现代植物生理学学习指南

李合生　主编

高等教育出版社
Higher Education Press

现代植物生理学学习指南

李合生　主编

高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)的配套学习辅导教材,也是“植物生理学”立体化教材之一。其内容涉及植物细胞生理、代谢生理、生长发育生理、环境生理、植物生理学的分子基础和应用。本书共分为12章。书中各章节与新出版的“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)保持一致。各章由学习内容要求(了解内容、熟悉内容、掌握内容)、学习内容提要(基本内容、重点内容)、自测试题、自测试题参考答案及启发性思考题组成。题型分为名词解释、缩写符号翻译、填空题、选择题(单选和多选)、是非判断题及简答题、论述题。书后附有近几年来中国农业科学院、中国林业科学研究院及多所高等农业院校考研试题,供考研人员参考。

本书编写内容信息量大、题型多样化、简明扼要、通俗易懂、适应面广,可供高等农林院校、师范院校、综合性大学的本科生、成人教育学院学生、考研人员及专升本考生自学复习之用。

图书在版编目(CIP)数据

现代植物生理学学习指南/李合生主编. —北京:高等教育出版社,2007.3
ISBN 978-7-04-020759-0

Ⅰ.现… Ⅱ.李… Ⅲ.植物生理学—高等学校—教学参考资料 Ⅳ.Q945

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第008408号

策划编辑 李光跃　**责任编辑** 丁燕娣　**封面设计** 张　楠
版式设计 王　莹　**责任校对** 殷　然　**责任印制** 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	**购书热线**	010-58581118
社　　址	北京市西城区德外大街4号	**免费咨询**	800-810-0598
邮政编码	100011	**网　　址**	http://www.hep.edu.cn
总　　机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landraco.com
经　　销	蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landraco.com.cn
印　　刷	北京民族印刷厂	**畅想教育**	http://www.widedu.com
开　　本	787×1092　1/16	**版　　次**	2007年3月第1版
印　　张	16.25	**印　　次**	2007年3月第1次印刷
字　　数	400 000	**定　　价**	20.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有　侵权必究

物料号 20759-00

《现代植物生理学学习指南》编写人员

主　编： 李合生（华中农业大学）

副主编： 夏　凯（南京农业大学）
王学奎（华中农业大学）
崔克辉（华中农业大学）
韩建民（河北农业大学）

参　编： 曾汉来（华中农业大学）
苍　晶（东北农业大学）
蔡庆生（南京农业大学）
蔡永萍（安徽农业大学）
陈大清（长江大学）

前　言

为配合普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)的自学以及帮助本科生和考研人员系统复习植物生理学,我们在高等教育出版社的大力支持下,组织全国多所农业院校从事大学本科教学有丰富教学经验的骨干教师,集体编写了《现代植物生理学学习指南》,作为“植物生理学”立体化教材的配套系列教材之一。

在本书编写过程中,主要是参考李合生主编的“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)、潘瑞炽主编的《植物生理学》(第5版)及李合生主编的《植物生理学学习指导与题解》(2003年)等。其内容涉及植物细胞生理、代谢生理、生长发育生理、环境生理、植物生理学的分子基础和应用。本书共分12章。书中各章节与新出版的规划教材《现代植物生理学》(第2版)保持一致。各章由学习内容要求(了解内容、熟悉内容、掌握内容)、学习内容提要(基本内容、重点内容)、自测试题、自测试题参考答案及启发性思考题组成。题型分为名词解释、缩写符号翻译、填空题、选择题(单选和多选)、是非判断题及简答题、论述题。书后附有近几年来中国农业科学院、中国林业科学研究院及多所高等农业院校考研试题,供考研人员参考。

本书编写内容信息量大、题型多样化、简明扼要、通俗易懂、适应面广,可供高等农林院校、师范院校、综合性大学的本科生、成人教育学院学生、考研人员及专升本考生自学复习之用。

本书由李合生(编写第1章、第5章)主编,夏凯(编写第6章、第11章)、王学奎(编写第7章、第8章)、崔克辉(编写第2章)、韩建民(编写第4章)为副主编,参加编写人员有曾汉来(编写绪论)、苍晶(编写第3章)、蔡庆生(编写第9章)、蔡永萍(编写第10章)、陈大清(编写第12章)。

限于编者的水平,书中的错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

李合生

2006年10月于华中农业大学

目　录

绪论 …… 1
0.1 学习内容要求 …… 1
0.2 学习内容提要 …… 1
0.3 自测试题 …… 2
0.4 自测试题参考答案 …… 2
0.5 启发性思考题 …… 6
第1章 植物细胞的超微结构与功能 …… 7
1.1 学习内容要求 …… 7
1.2 学习内容提要 …… 7
1.3 自测试题 …… 10
1.4 自测试题参考答案 …… 13
1.5 启发性思考题 …… 18
第2章 植物的水分代谢 …… 19
2.1 学习内容要求 …… 19
2.2 学习内容提要 …… 19
2.3 自测试题 …… 21
2.4 自测试题参考答案 …… 26
2.5 启发性思考题 …… 34
第3章 植物的矿质营养 …… 35
3.1 学习内容要求 …… 35
3.2 学习内容提要 …… 35
3.3 自测试题 …… 37
3.4 自测试题参考答案 …… 43
3.5 启发性思考题 …… 53
第4章 植物的呼吸作用 …… 54
4.1 学习内容要求 …… 54
4.2 学习内容提要 …… 54
4.3 自测试题 …… 57
4.4 自测试题参考答案 …… 62
4.5 启发性思考题 …… 70
第5章 植物的光合作用 …… 71
5.1 学习内容要求 …… 71
5.2 学习内容提要 …… 71
5.3 自测试题 …… 74
5.4 自测试题参考答案 …… 83
5.5 启发性思考题 …… 96
第6章 植物生长物质 …… 97
6.1 学习内容要求 …… 97
6.2 学习内容提要 …… 97
6.3 自测试题 …… 100
6.4 自测试题参考答案 …… 106
6.5 启发性思考题 …… 114
第7章 植物的生长生理 …… 115
7.1 学习内容要求 …… 115
7.2 学习内容提要 …… 115
7.3 自测试题 …… 118
7.4 自测试题参考答案 …… 123
7.5 启发性思考题 …… 131
第8章 植物的生殖生理 …… 132
8.1 学习内容要求 …… 132
8.2 学习内容提要 …… 132
8.3 自测试题 …… 135
8.4 自测试题参考答案 …… 141
8.5 启发性思考题 …… 149
第9章 植物的成熟和衰老生理 …… 150
9.1 学习内容要求 …… 150
9.2 学习内容提要 …… 150
9.3 自测试题 …… 152
9.4 自测试题参考答案 …… 155
9.5 启发性思考题 …… 163
第10章 植物的逆境生理 …… 164
10.1 学习内容要求 …… 164
10.2 学习内容提要 …… 164
10.3 自测试题 …… 166
10.4 自测试题参考答案 …… 172
10.5 启发性思考题 …… 184
第11章 植物生理学的分子基础和应用 … 185
11.1 学习内容要求 …… 185
11.2 学习内容提要 …… 185
11.3 自测试题 …… 186

11.4 自测试题参考答案 …… 190
11.5 启发性思考题 …… 195
第 12 章 植物生理学与农业应用 …… 196
12.1 学习内容要求 …… 196
12.2 学习内容提要 …… 196
12.3 自测试题 …… 198
12.4 自测试题参考答案 …… 203
12.5 启发性思考题 …… 212
例卷 …… 213
南京农业大学 2004 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(植物生理学) …… 213
河北农业大学 2003 年硕士研究生《植物生理学》试题(植物学专业) …… 220
河北农业大学 2003 年硕士研究生《植物生理学》试题(农学、植保、园艺等专业) …… 222
安徽农业大学 2003 年招收硕士生入学考试试题(植物生理学) …… 224
安徽农业大学 2004 年招收硕士生入学考试试题(植物生理学) …… 225
安徽农业大学 2005 年招收硕士生入学考试试题(植物生理学) …… 227
华中农业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 229
华中农业大学 2005 年硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 231
华中农业大学 2006 年硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 234
东北农业大学 2003 年攻读硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 237
东北农业大学 2003 年攻读博士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 239
东北农业大学 2004 年攻读硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 240
东北农业大学 2005 年攻读博士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 242
东北农业大学 2005 年攻读硕士研究生入学考试试题(植物生理学) …… 243
中国林业科学研究院 2004 年硕士学位研究生入学考试试题(植物生理学) …… 245
中国林业科学研究院 2005 年硕士学位研究生入学考试试题(植物生理学) …… 248
中国农业科学院研究生院 2004 年硕士研究生入学考试试题(植物生理生化) …… 250
中国农业科学院研究生院 2005 年硕士研究生入学考试试题(植物生理生化) …… 252

绪　论

0.1　学习内容要求

了解植物生理学的概念、研究内容及任务；其次是了解植物生理学的产生和发展趋势及学习方法。

0.2　学习内容提要

0.2.1　植物生理学的研究内容和任务

植物生理学是研究植物生命活动规律及其与外界环境相互关系的科学。

植物生理学研究的对象是高等绿色植物，研究的内容包括：细胞生理、代谢生理、生长发育生理、逆境生理以及植物生理学的分子基础和生产应用。

植物生理学的任务：在不同层次（基础、应用）、不同领域（宏观、微观）、不同水平（分子、细胞、组织、器官、个体和群体）上，研究和了解植物在各种环境条件下进行物质代谢、能量转化、信息传递和信号转导及形态建成等生命活动的规律和机制，并服务于祖国的农业现代化建设。

0.2.2　植物生理学的产生和发展

植物生理学既是一门基础理论学科，也是一门实践性很强的学科，它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系。植物生理学在农业现代化中占有非常重要的地位，因此，对于农林院校的本科学生来说，必须对植物生理学的学习给予高度重视。

植物生理学是一门实验性科学，它是从植物学这门古老的科学中分化而来的，随着生产力的发展以及其他基础学科的发展而发展的，大致经历了以下 3 个阶段。

第一阶段：植物生理学的奠基阶段。从植物生理学尚未形成独立的科学体系之前，直到矿质营养学说的建立。

第二阶段：植物生理学诞生与成长阶段。从 1840 年 Liebig 建立营养学说时起，直到 19 世纪末植物生理学逐渐形成独立体系。

第三阶段：植物生理学的发展阶段。从 20 世纪初到现在，它逐渐在植物学科中占中心地位，所有各个植物学的分支都离不开植物生理学。

我国现代植物生理学的研究起步较晚。第一个发表植物生理学方面科学论文的是钱崇澍，他于 1917 年在国外的杂志上发表了一篇有关离子吸收的论文。20 世纪 30 年代初，罗宗洛、李继侗、汤佩松分别从日本和美国留学归来，在中山大学、武汉大学、中央（南京）大学建立了植物

生理的教学和研究中心，他们三人是我国植物生理学的奠基人。新中国成立后，殷宏章、沈允钢、汤佩松、娄成后、匡廷云等在作物群体生理、光合作用、呼吸作用、物质运转等方面做了很多研究工作，有的曾接近于当时的国际先进水平，甚至居于领先的地位。

0.2.3 植物生理学的发展趋势

21 世纪是生命科学的世纪，而且是一个各学科相互渗透与相互交融的“大生物学”时代，植物生理学研究的趋势可归纳以下几个方面。

（1）与其他学科交叉渗透，从研究生物大分子到阐明个体生命活动功能、生产应用与环境生态相结合。

（2）对植物信号传递和转导的深入研究，将为揭示植物生命活动本质，调控植物生长发育开辟新的途径。

（3）植物生命活动过程中物质代谢和能量转换的分子机制及其基因表达调控仍将是研究的重点。

0.2.4 学习植物生理学的方法

为学好植物生理学，必须要有正确的观点和方法。首先，要建立历史的观点、发展的观点。既要了解植物生理学的过去和现在，又要知道本学科的发展趋势。其次，要坚持理论联系实际。在学习植物生理学的理论知识一定要认真学习相关研究的实验设计思路、方案、方法及实验结果和结果分析，掌握科学实验的方法，加强实验技能的训练。

0.3 自 测 试 题

1. 什么叫植物生理学？
2. 植物生理学研究的内容和任务是什么？
3. 植物生理学是如何诞生和发展的？从中可以得到哪些启示？
4. 21 世纪植物生理学的发展趋势如何？
5. 简述中国植物生理学的过去、现在和未来。
6. 怎样才能学好植物生理学？

0.4 自测试题参考答案

1. 答：植物生理学是研究植物生命活动规律及其与环境相互关系的科学。在细胞结构与功能的基础上研究植物感受环境刺激的信号转导、能量代谢、物质代谢。

2. 答：植物生理学研究的内容包括：细胞生理、代谢生理、生长发育生理、逆境生理以及植物生理学的分子基础和生产应用。

植物生理学研究的任务包括：① 以实践为手段，应用观察分析的方法，研究植物生命活动规律，为生产实践提供理论依据。② 通过提高单产，增加产量，解决粮食问题。③ 解决能源问题。人工模拟光合作用，截获叶绿素受光激发时最初释放的高能电子，在常温常压下产生不污染的能

源。④ 维持生态平衡。大气中20%的氧分压主要是靠绿色植物的光合作用提供的。

3. 答:植物生理学的诞生和发展,以及从中得到的启示如下。

(1) 诞生和发展 植物生理学既是一门基础理论学科,也是一门实践性很强的学科,它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系。远在科学的植物生理学诞生之前,劳动人民通过生产实践对植物的生命活动就已经积累了丰富的感性知识。14—15世纪,资本主义的生产方式在封建制度内部萌芽,开始了文艺复兴时代,促使人们的思想从神学的观念中解放出来,回到物质世界,生产、商业以及技术都要求对自然及其他现象进行研究,这时自然科学和技术都有了一定的发展,描述的植物生理学已经出现。

其发展大致经历了以下3个阶段:

第一阶段:植物生理学的奠基阶段。从植物生理学尚未形成独立的科学体系之前,直到矿质营养学说的建立。

1627年,荷兰人J. B. van Helmont做柳枝实验,意识到土壤中有植物生长必需的物质存在,预示了植物对矿质营养和水分的需求。

1779年,氧的发现者英国的J. Priestley发现绿色植物具有放氧的作用。

1779年,荷兰的Jan Ingenhousz指出植物只有在光下才能放氧,在黑暗中则放出二氧化碳。

1804年,瑞士的N. T de Saussure利用定量化学实验证明,植物在光下吸收的二氧化碳与放出的氧气有等量关系。并指出二氧化碳同化的产物是糖和淀粉,光是推动此过程的动力,将叶片中的绿色色素定名为叶绿素(chlorophyll)。氮素是以无机盐的形式从土壤中吸收来的。

第二阶段:植物生理学诞生与成长阶段。

1840年德国的化学家J. von Liebig创立植物矿质营养学说。指出除了碳素来自空气以外,植物体内所有的矿物质都是从土壤中得到的。

1845年德国学者J. R. Mayer提出光合作用中积累的化学能来自于太阳能。

1859年德国学者J. von Sachs、W. Knop、W. Pfeffer等人创立植物的无土栽培技术,对矿质营养研究做出巨大贡献。

1882年J. von Sachs撰写《植物生理学》讲义以及课程的问世。

1904年J. von Sachs的弟子W. Pfeffer出版了三卷本《植物生理学》巨著。J. von Sachs和W. Pfeffer被称为植物生理学的两大先驱。

19世纪自然科学的三大发现:细胞学说、能量守恒定律、进化论的建立,以及之后的物理化学、生物化学、遗传学的发展,为植物生理学的发展提供了新理论、新方法。

第三阶段:植物生理学的迅速发展阶段。

1920年美国学者W. W. Garner and H. A. Allard发现光周期现象,使发育生理获得新进展。同时,物理学、化学的发展以及技术、设备、方法的进步,使得植物生理学的各个领域都取得了突飞猛进的发展。

20世纪30—60年代相继发现了五大类植物激素。50年代,美国学者M. Calvin等发现植物光合碳循环的C_3途径。60年代末期,M. D. Hatch and C. R. Slack发现植物光合碳循环的C_4途径。同时,还发现了光呼吸、CAM途径、光敏色素、钙调素等,植物组织培养也取得了飞跃发展。

最近20年,伴随着遗传学、分子生物学、基因工程技术的迅速发展,植物生理学的研究正在进入一个崭新的发展阶段,即在分子水平上研究植物的生长、发育、代谢及其与环境的相互作用

等重要生命过程或现象的机制以及有效地调控这些生命过程为人类服务方面，取得了一系列新成果、新进展。

（2）从中可以得到的启示 植物生理学既是一门基础理论学科，也是一门实践性很强的学科，它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系，植物生理学是合理农业的基础。当今，在光合效率与农业生产、作物对不良环境的抗性、提高作物体系的竞争能力、植物生长发育与激素、生物固氮、矿质营养吸收效率、遗传工程、菌根和土壤微生物、大气污染及病虫害综合防治等全球性农业亟待解决的重大研究课题中，有多项是属于植物生理学的研究范畴。这也充分说明植物生理学在农业现代化中占有的非常重要的地位。因此，对于高等农林院校本科学生来讲，应对植物生理学的学习给予高度重视。

4. 答：植物生理学的发展趋势如下。

（1）与其他学科交叉渗透，从研究生物大分子到阐明个体生命活动功能、生产应用与环境生态相结合。在微观方面，由于生物科学领域中的细胞学、遗传学、分子生物学的迅速发展，使植物生命活动机制方面的研究向分子水平深入并不断综合。在宏观方面，植物生理学与环境科学、生态学等密切结合，产生了环境生态学、生态生理学，使生理学朝向更为综合的方向发展，即由植物个体扩大到群体：人类－地球－生物圈的大范围，大大扩展了植物生理学的研究范畴。

（2）对植物信号传递和转导的深入研究，将为揭示植物生命活动本质，调控植物生长发育开辟新的途径。50 年前，Watson and Crick 发现了遗传信息传递的中心法则，由此建立了分子生物学，引起生物学领域的一场革命。而今，特别是近 10 余年生理学诺贝尔奖获得者在细胞信号转导上研究的进展，揭示了环境信息传递的中心法则，必将为现代生物学研究带来一次革命。生命的本质问题是信息问题，生命活动是三个物理量即信息、物质、能量在时间上、空间上综合作用的表现。在 21 世纪，对光信号、植物激素信号、重力信号、电波信号及化学信号等所诱导的信号传递和转导机制的深入研究，将会揭开植物生理学崭新的一页。

（3）植物生命活动过程中物质代谢和能量转换的分子机制及其基因表达调控仍将是研究的重点。在自然界中，植物为其他生物包括人类的生产和生活，提供赖以生存和发展的物质和能量基础。因而，在新世纪里，对植物生命活动过程中物质代谢和能量代谢转换的深入研究占有特别重要的位置。由于光合作用在植物乃至地球上能量转换中的作用和地位，因而对光合作用能量转换的研究备受重视。近 20 多年来，诺贝尔化学奖中就有三次是与光合作用能量转换研究有关，光合作用（也包括呼吸作用）能量转换机制将在分子水平上得到阐明。目前，将光和能量转换机制与生理生态联系起来进行研究正在走向高潮，这类研究不仅能够较全面地了解影响田间作物光能转换效率的原因，并且还将逐渐寻找出各种改善的途径（包括各种理化技术，基因表达调控等），从而将光和能量转换机制研究与解决人类面临的粮食、能源问题紧密联系起来，以便在生产中发挥更大的指导作用。

5. 答：我国历代的古农书和药用本草是前期灿烂文明的重要组成部分，受到世界科学家的高度称赞。可惜的是，我国 2000 多年来的封建统治和小农经济的局限，使得资料散失，宝贵的经验不能集中起来上升为更高的理论。因此，近代植物生理学的研究起步较晚。据文献记载，我国第一个发表植物生理学方面科学论文的是钱崇澍，他于 1917 年在国外的杂志上发表了一篇有关离子吸收的论文，但是以后没有再从事植物生理方面的研究。20 世纪 30 年代初，罗宗洛、李继侗、汤佩松分别从日本和美国留学归来，分别在中山大学、武汉大学、中央（南京）大学建立植物

生理的教学和研究中心，培养了不少人才，为中国的植物生理学奠定了基础，他们三人是我国植物生理学的奠基人。新中国成立前，由于从事植物生理学研究的队伍小，设备差，加上颠沛流离，发展极慢。新中国成立后，尽管有一些曲折，但植物生理学还是有较大的发展，具体表现在研究和教学机构剧增，队伍迅速扩大，研究成果众多，其中比较突出的有殷宏章等的作物群体生理研究，沈允钢等证明光合磷酸化中高能态存在的研究，汤佩松等首先提出呼吸的多条途径论点，娄成后等深入研究细胞原生质的胞间运转，匡廷云等在光系统Ⅱ反应中心的结构与功能方面的研究等。这些研究都达到了国际先进水平。

中国植物生理学会在1963年成立时约有会员425人，目前已发展到5 000余人，创办的学术刊物有《植物生理学通讯》、《植物生理学报》和《植物学报》等，出版了数十种植物生理学教材和百余部专著，拓宽了研究领域，填补了空白。以下将国内从事植物生理学研究的中科院的两个研究所现况作一简介。中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所主要研究方向：① 功能基因组学研究：水稻及拟南芥的突变群体构建，基因表达图谱和DNA芯片，转录因子，细胞分化和形态建成。② 分子生理与生物化学研究：光合作用，植物和微生物次生代谢，植物激素作用机制，光信号传导和生物钟，植物蛋白质组学研究。③ 环境生物学和分子生态学研究：植物－昆虫相互作用，植物－微生物相互作用，共生固氮，植物和昆虫抗逆及对环境的适应机制，现代农业，空间生物学。④ 基因工程与生物技术：植物遗传转化技术，优质高抗农作物基因工程，植物生物反应器。⑤ 系统昆虫学与协同进化：现生六足动物的系统演化与分类地位，寄生蜂与寄主昆虫的协同进化。2001年发表研究论文120余篇，申请专利7项，授权专利5项。中国科学院植物研究所是以基础理论和应用基础理论研究为主的综合性研究所，学科方向是整合植物生物学研究及其知识创新体系的建立，其主要研究任务是：① 植物生态学与生物多样性。② 植物分类学与演化植物学。③ 资源植物分子及发育生物学。④ 植物光合作用。新中国成立后的近50年间，已取得科研成果594项，其中重要成果350项；获国家、中国科学院及省、市、部级等奖励287项次，获国家三大奖13项。以上两个研究所近年担任多项国家科技攻关项目，取得多项成果，紧跟国外科技发展前沿，但与国外发达国家相比，我国还存在一定的差距。

对于植物生理学未来的发展，从国家到地方都给予高度重视，如正在进行的“光系统Ⅱ反应中心的结构与功能”(863项目)、“作物抗逆性与水分、养分高效利用的生理及分子基础”(973项目)是国家近20年投资最大的有关植物生理研究项目。全国各地的高等院校、研究院也在积极行动，投入大量的人力物力，进行相关研究。此外，国外人才及技术的引进，也将在一定程度上推动国内植物生理学的发展。

6. 答：首先，要建立历史的观点、发展的观点。既要了解植物生理学的过去和现在，又要知道本学科的发展趋势。作为初学者，必须认真阅读教材，掌握本学科的基本概念、基本理论知识及科学实验方法。因此，必须重视学习植物生理学研究中的思想方法和创新精神，学会查阅国内外科技文献，注意了解学科发展的新成就、新动向。而不要把主要精力放在死记硬背已有的研究结论上，要在前人总结的理论知识基础上，提出问题，分析问题，善于独立思考，并进行自己的探索。同时要进行辩证思维，把握知识间的内在联系。植物生命活动是动态的，植物与外界环境之间、体内的各种生理代谢过程之间，各种器官生长、分化、发育之间都是紧密相连的，并处于经常变化之中，只有摆脱孤立静止的和片面的思维方式，才能学到真正有用的知识。

其次，要坚持理论联系实际。在学习植物生理学的理论知识的同时，一定要认真学习相关研

究的实验设计思路、方案、方法及实验结果和结果分析。在某种意义上说，它比学习一个研究结论要重要得多。也要重视实验课的学习，以验证和丰富课堂理论，掌握科学实验的方法，加强实验技能的训练，克服高分低能的现象。此外，要特别重视观察和联系农业生产实际，到生产实践中去发现问题，通过观察分析和综合，解决问题，从生产实践和科学实验中提高和发展植物生理学的理论知识。

0.5 启发性思考题

21 世纪是生命科学的世纪，植物生理学的地位如何？

第1章　植物细胞的超微结构与功能

1.1　学习内容要求

1.1.1　了解内容

1. 细胞壁、原生质体、胞间连丝的超微结构和功能。
2. 植物细胞基因结构与表达的调控。

1.1.2　熟悉内容

叶绿体、线粒体、生物膜的超微结构和功能。

1.1.3　掌握内容

植物细胞全能性的概念和意义。

1.2　学习内容提要

1.2.1　基本内容

细胞是生物体(病毒和噬菌体除外)结构和功能的基本单位。所有生物细胞按其结构的复杂程度和生命活动方式可分为原核细胞和真核细胞两大类。细菌和蓝藻的细胞是典型的原核细胞,原核细胞结构简单,没有核膜,遗传信息载体为裸露的环状 DNA,除核糖体、细胞膜及其特化结构外,几乎不存在其他复杂的细胞器,以无丝分裂方式繁殖。真核细胞包括了绝大多数单细胞生物与全部的多细胞生物的细胞。真核细胞结构复杂,有明显核膜包围的细胞核,有明显分工的各种细胞器,细胞较大,以有丝分裂为主要繁殖方式。

高等植物和动物的细胞都是真核细胞,二者结构和功能相似,主要区别在于植物细胞具有一些特有的细胞结构与细胞器,如细胞壁、液泡与叶绿体及其他质体。

植物细胞的主要结构是由细胞壁和原生质体构成,在相邻细胞间有管状通道胞间连丝相连。

1. 细胞壁的超微结构与功能

1)细胞壁的化学组成

(1)纤维素　纤维素是植物细胞壁的主要成分,占 90%,它是由 β-D-葡萄糖残基以 β-1,4-糖苷键相连的无分支的长链。相对分子质量约为 5 万~40 万。

(2)半纤维素　半纤维素是由木糖、半乳糖和葡萄糖等组成的高度分支的多糖,通过氢键与

纤维素微纤丝连接。

(3)果胶物质　是胞间层和初生壁的主要成分。根据其性质和成分可为3类,即果胶酸、果胶和原果胶。

(4)细胞壁蛋白质　最早发现的是伸展蛋白,是一类富含羟脯氨酸的糖蛋白(HRGP),还分离出了富含苏氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白(THRGP),富含组氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白(HHRGP),阿拉伯半乳聚糖蛋白(AGP),富硫蛋白 ,钙调素(CaM,又称钙调蛋白)等。

(5)细胞壁中主要的酶类　含有20种以上的酶类,如纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶、酸性磷酸酶、β-葡糖苷酶、β-甘露糖苷酶、淀粉酶、过氧化物酶等。

(6)植物凝集素　是一类存在于细胞壁中能与多糖结合或使细胞凝集的蛋白,参与细胞壁的识别反应。

(7)木质素　木质素不是多糖,是由苯基丙烷衍生物的单体所构成的聚合物,在木本植物成熟的木质部中,其含量达18%~38%,主要分布于纤维、导管和管胞中。

(8)细胞壁中的矿质元素　主要是钙(10^{-5}~10^{-4} mol·L^{-1})。

2)细胞壁的超微结构

细胞壁中的主要成分纤维素分子,通过彼此间的羟基形成的大量氢键相互平行地集结成立体晶格状,称为分子团,又叫微团。微团组合成微纤丝。微纤丝又组成大纤丝。组成纤维素网系,并与伸展蛋白网系交织在一起。关于细胞壁结构有多种假说,其中影响较大的是细胞壁"经纬"模型假说。

3)细胞壁的功能

(1)稳定细胞形态。

(2)控制细胞生长扩大。

(3)参与胞内外物质运输与信息传递。

(4)防御功能。细胞壁中一些片段能诱导植保素的形成。

(5)参与植物与根瘤菌共生固氮的相互识别作用以及砧木和接穗嫁接过程中的识别反应。

2. 原生质体的结构与功能

原生质体由质膜、细胞质和细胞核组成。细胞质由细胞质基质及细胞器等组成。细胞器是细胞质中具有一定形态和特定生理功能的细微结构。即双层膜细胞器,如细胞核、线粒体、质体等;单层膜细胞器,如内质网、液泡、高尔基体等;无膜细胞器,如核糖体、微管、微丝等。

1)生物膜的结构与功能

生物膜是指构成细胞的所有膜的总称。按其所处位置可分为两种:一种叫原生质膜;另一种是处于细胞质中构成各种细胞器的膜,叫内膜。

(1)生物膜的化学组成

膜脂:主要是复合脂质,包括磷脂(如卵磷脂、脑磷脂)、糖脂、硫脂等。

膜蛋白:膜蛋白分为两类:外在蛋白(又称膜周边蛋白)与内在蛋白(又称膜内在蛋白)。外在蛋白含有较多的亲水性氨基酸,具有亲水性,与膜结合不牢固。内在蛋白含有较多的疏水性氨基酸,能与膜脂疏水性部分相互作用,并且结合得很牢固,很难分离。

膜糖:主要以糖脂和糖蛋白形式分布于质膜外表面。

(2)生物膜的超微结构　关于生物膜超微结构的假说和模型有多种,流动镶嵌模型受到广

泛支持,其特点是强调膜的不对称性和流动性。

(3) 生物膜的功能 生物膜的主要功能包括分室作用、物质运输、能量转换、信息传递和识别功能、抗逆能力及提供物质合成场所等。

2) 胞基质

在真核细胞中除去可分辨的细胞器以外的胶状物质称为胞基质,也叫细胞浆。

胞基质的化学组成:水约85%,蛋白质10%,核酸1.1%,脂质2%,糖及其他有机物0.4%,无机物1.5%。胞基质具有亲水胶体性质,是细胞代谢的重要场所。

3) 内膜系统

内膜系统指主要包括内质网、高尔基体、核膜及液泡膜等在结构上相连,功能上相关的膜网络系统。

(1) 内质网 有两种类型:即粗面内质网(RER),可合成蛋白质;另一种是光面内质网(SER),可合成脂质和固醇。内质网也是胞内外信息传递和物质运输的通道,与高尔基体囊泡的产生、液泡和微体膜的起源有关。

(2) 高尔基体 参与细胞分泌作用、多糖和糖蛋白的合成、细胞壁的形成以及溶酶体和液泡膜的形成。

4) 细胞骨架

(1) 微管 控制细胞分裂和细胞壁的形成,参与细胞运动与细胞内物质运输,具有保持细胞形态的功能。

(2) 微丝 参与胞质运动,物质运输和细胞感应。

(3) 中间纤维 中间纤维内接核膜,外连质膜,构成一个支撑网架结构,起支架作用。中间纤维还与细胞分化、信息传递有关。

5) 细胞器

(1) 线粒体 呈封闭的双层膜结构,外膜较光滑,内膜向中心内陷为嵴。内膜与外膜之间的空隙,称为膜间空间或膜间隙。线粒体是进行呼吸作用的细胞器。

(2) 质体 通常分为白色体、有色体、叶绿体三大类。叶绿体由被膜(内膜和外膜)、类囊体、基质构成,主要完成光合作用,也与光呼吸有密切关系。

(3) 核糖体 是由蛋白质(60%)和rRNA(40%)组成的微小颗粒,多数分布于胞基质中,呈游离状态或附于粗糙型内质网上,少数存在于叶绿体、线粒体及细胞核中。核糖体是蛋白质生物合成的场所,其唯一的功能是按照mRNA的指令由氨基酸合成多肽链。

(4) 微体 是由单层膜包被的球状细胞器。根据功能不同,微体可分为过氧化物酶体和乙醛酸体。过氧化体参与光呼吸等,乙醛酸体参与脂肪酸氧化、乙醛酸循环及葡萄糖异生途径等。

(5) 圆球体 又称油体,由一层(或半层)单位膜包被的球状细胞器,含多种水解酶,参与油脂的分解代谢。

(6) 溶酶体 溶酶体内含多种酸性水解酶,可降解细胞内大分子物质及病毒、细菌等异物,发生细胞"自溶"现象。

6) 细胞核

细胞核由核膜、染色质、核基质和核仁组成,是细胞遗传、代谢、分化和繁殖的控制中心。

7) 液泡

液泡是植物细胞代谢产物的贮藏场所，并经常与细胞质进行物质、信息交流，具有渗透调节能力。

3. 胞间连丝

胞间连丝是植物体内物质运输和信息传递的通路。胞间连丝把原生质体连成一体称为共质体，而细胞壁、质膜与细胞壁间的间隙以及细胞间隙等相互连成一体叫作质外体。共质体与质外体都是植物体内物质运输和信息传递的通路。

4. 植物细胞全能性及其基因表达

1）植物细胞全能性

植物细胞全能性是细胞分化的理论基础和植物组织培养技术的理论依据，这在理论和实践上都具有重大意义。

2）植物细胞基因结构及其表达调控

基因是DNA(有时是RNA)分子上具有遗传学效应的核苷酸顺序。植物细胞基因的细微结构与其他真核生物细胞基因的结构很相似。

基因表达是指基因在RNA聚合酶的作用下转录成前体RNA，再经加工产生mRNA，以及mRNA翻译成多肽并折叠成有活性的蛋白质分子的过程。基因的转录与翻译过程非常复杂，有明显的时空专一性，受多种因子级联调控，包括转录调控、转录后调控、翻译调控、翻译后调控、蛋白质活性的调控。植物细胞基因表达的调控以转录水平上的调控为主。

1.2.2　重点内容

1. 植物细胞壁的超微结构和功能。
2. 叶绿体、线粒体、生物膜的超微结构和功能。
3. 植物细胞全能性的概念和意义。

1.3　自测试题

一、名词解释

1. 伸展蛋白　　2. 经纬模型
3. 生物膜　　4. 流动镶嵌模型
5. 内膜系统　　6. 细胞骨架
7. 胞间连丝　　8. 共质体
9. 质外体　　10. 细胞器
11. 细胞全能性　　12. 基因
13. 转录　　14. 翻译
15. 基因表达　　16. 基因组

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. ER　　2. RER
3. SER　　4. GRP
5. HRGP　　6. HHRGP

7. THRGP　　8. PC
9. PE　　10. PG
11. PI　　12. PS
13. mRNA　　14. tRNA
15. rRNA　　16. DNA

三、填空题

1. 所有生物细胞可分为两大类：_____，_____。
2. 植物细胞特有的细胞结构和细胞器包括：_____，_____，_____等。
3. 植物细胞壁成分中90%是_____，包括_____，_____，_____；还含有_____，_____，_____以及_____。
4. 最早发现的细胞壁结构蛋白是_____。
5. 植物细胞壁中主要的酶类有：_____，_____，_____，_____和_____等。
6. 植物细胞膜的基本成分是：_____和_____。
7. 植物细胞膜蛋白大体分为两类：_____和_____。
8. 生物膜流动镶嵌模型的两个基本特点是：_____和_____。
9. 组成细胞骨架的3种蛋白质纤维是：_____、_____和_____。
10. 植物细胞中半自主性细胞器是：_____和_____。
11. 核糖体是由_____和_____组成的。
12. 根据被膜的层数或有无可把细胞器分为_____、_____和_____。
13. 溶酶体内含的水解酶有：_____、_____和_____等。
14. _____和_____是细胞内两种产能细胞器。
15. 过氧化物酶体是因含有_____酶而得名的，它的主要作用是让氧化代谢产物产生的_____分解。
16. 植物细胞内的两种微体是：_____和_____。
17. 在胞基质（细胞浆）中进行的4种主要代谢是：_____，_____，_____和_____。
18. 细胞内的质体可分为：_____，_____和_____。
19. 叶绿体是由_____、_____和_____组成。
20. 内质网有两种类型：_____和_____。
21. 高等植物细胞共有3个基因组，即_____、_____和_____。
22. 植物细胞基因表达的调控是以_____上的调控为主。

四、选择题（单选或多选）

1. 植物细胞的主要特征是具有（　　）。

A. 细胞壁　　B. 液泡　　C. 线粒体　　D. 叶绿体

2. 高等植物细胞壁中广泛存在的多糖包括（　　）。

A. 淀粉　　B. 半纤维素　　C. 纤维素　　D. 果胶物质

3. 植物细胞壁中最重要的矿质元素是（　　）。

A. 铁　　B. 钙　　C. 磷　　D. 镁

4. 植物细胞内半自主性细胞器有(　　)。

A. 线粒体　　B. 高尔基体　　C. 细胞核　　D. 叶绿体

5. 植物细胞膜脂中含量最多的是(　　)。

A. 磷脂　　B. 糖脂　　C. 硫脂　　D. 甾醇

6. 磷脂、糖脂都属于(　　)。

A. 极性分子　　B. 非极性分子　　C. 两性分子　　D. 中性分子

7. 植物细胞中的微体有(　　)。

A. 线粒体　　B. 过氧化物酶体

C. 溶酶体　　D. 乙醛酸循环体

8. 胞间连丝的主要生理功能是(　　)。

A. 物质合成　　B. 物质运输　　C. 信息传递　　D. 能量代谢

9. 在众多环境刺激因子中,影响最大的是(　　)。

A. 水分　　B. 温度　　C. 光照　　D. 氧气

10. 植物细胞内的产能细胞器是(　　)。

A. 油体　　B. 线粒体　　C. 过氧化物酶体　　D. 叶绿体

11. 保持细胞原生质胶体稳定性的因素是(　　)。

A. 水膜　　B. 疏水基团　　C. 内质网　　D. 双电层

12. 植物细胞中一般存在的基因组有(　　)。

A. 叶绿体基因组　　B. 线粒体基因组　　C. 内质网基因组　　D. 核基因组

五、是非判断题

1. 植物细胞中的细胞器与动物细胞是相同的。(　　)

2. 细胞核的主要成分是核酸与脂质。(　　)

3. 木质素是一类成分复杂的多糖。(　　)

4. 粗糙型内质网核糖体是合成蛋白质的场所。(　　)

5. 存在于细胞壁中的植物凝集素多数为糖蛋白。(　　)

6. 细胞壁中含有的结构蛋白都是脂蛋白。(　　)

7. 凡胞基质黏性高、弹性大的植物,代谢活动较弱,抗逆性强。(　　)

8. 生物膜的基本成分是蛋白质和脂质。(　　)

9. 溶酶体内主要包含各种氧化还原酶。(　　)

10. 过氧化物酶体与光呼吸化学过程无关。(　　)

11. 液泡为动物、植物细胞所共有。(　　)

12. 已分化完成的植物细胞,在适宜诱导的条件下,可通过细胞分裂、分化发育成一个完整的植株。(　　)

六、简答题

1. 简述真核细胞与原核细胞的主要差别。

2. 植物细胞壁的主要生理功能有哪些?

3. 组成植物细胞膜的脂质有哪些?磷脂分子结构和化学性质有何特点?

4. 原生质的主要化学组成有哪些?其共同特点是什么?

5. 植物细胞生物膜的主要生理功能有哪些?
6. 植物细胞液泡的生理功能有哪些?
7. 植物细胞胞间连丝的生理功能有哪些?
8. 植物细胞骨架的生物学意义如何?
9. 线粒体和叶绿体为什么是属于半自主性细胞器?
10. 植物受环境因素诱导而表达的基因主要有哪些?

七、论述题

1. 试述生物膜结构的流动镶嵌模型的内容和特点。
2. 试述生物膜结构与其功能的统一性。
3. 试述植物细胞胞基质在生命活动中的重要意义。
4. 植物细胞的基因表达有何特点?
5. 真核细胞中不同水平的基因调控包括哪几个方面?

1.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 伸展蛋白(extensin):植物细胞初生壁中一类富含羟脯氨酸的糖蛋白,其羟脯氨酸残基与阿拉伯聚糖或半乳聚糖共价结合。

2. 经纬模型(warp weft model):认为细胞初生壁是由微纤丝为"经"和伸展蛋白为"纬"相互交织而成的结构。

3. 生物膜(biomembrane):指细胞中主要由脂质和蛋白质组成的、具有一定结构和生理功能的膜状组分,即细胞内所有膜的总称。包括质膜、核膜、各种细胞器被膜及其他内膜。

4. 流动镶嵌模型(fluid mosaic model):认为生物膜的骨架是由脂质双分子层构成,通常呈液晶态;膜蛋白非均匀地分布于膜脂的两侧或镶嵌在膜脂分子之间,使膜具有不对称性和流动性。

5. 内膜系统(endomembrane system):是指除了质膜以外,位于胞基质中的内质网、高尔基体、核膜等在结构上连续、功能上相关的膜网络体系。

6. 细胞骨架(cytoskeleton):狭义的细胞骨架仅指细胞质骨架,包括微丝、微管和中间纤维;广义的细胞骨架包括细胞核骨架、细胞质骨架、细胞膜骨架和细胞壁。

7. 胞间连丝(plasmodesma):是指贯穿细胞壁、胞间层,连接相邻细胞原生质体的管状通道。

8. 共质体(symplast):由胞间连丝把相邻细胞的细胞质连成一体的体系。

9. 质外体(apoplast):由细胞壁、细胞间隙及导管、管胞等互相连结成的一个连续的整体。

10. 细胞器(cell organelle):细胞质中具有一定形态和特定生理功能的细微结构。如线粒体、叶绿体、微体、核糖体等。

11. 细胞全能性(cell totipotency):植物体每一个活细胞都具有产生一个完整个体的全套基因,在适宜的条件下,具有发育成完整植株的潜在能力。

12. 基因(gene):就是 DNA(有时是 RNA)分子上具有遗传学效应的核苷酸顺序。

13. 转录(transcription):指以 DNA 为模板,按照碱基配对原则,形成一条与 DNA 链互补的

RNA 链的过程。

14. 翻译(translation):是把 mRNA 上的核苷酸序列转变为多肽链上的氨基酸序列的过程。

15. 基因表达(gene expression):是指基因在 RNA 聚合酶的作用下转录成前体 RNA,再经加工产生 mRNA,以及 mRNA 翻译成多肽并折叠成有活性的蛋白质分子的过程。

16. 基因组(genomes):指细胞中携带生命信息 DNA 及其蛋白质复合物的总称。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称。

1. ER:内质网
2. RER:粗面内质网
3. SER:光面内质网
4. GRP:富含甘氨酸的糖蛋白
5. HRGP:富含羟脯氨酸的糖蛋白
6. HHRGP:富含组氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白
7. THRGP:富含苏氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白
8. PC:卵磷脂
9. PE:脑磷脂
10. PG:磷脂酰甘油
11. PI:磷脂酰肌醇
12. PS:磷脂酰丝氨酸
13. mRNA:信使核糖核酸
14. tRNA:转移核糖核酸
15. rRNA:核糖体核糖核酸
16. DNA:脱氧核糖核酸

三、填空题

1. 原核细胞　真核细胞
2. 细胞壁　叶绿体　液泡
3. 多糖　纤维素　半纤维素　果胶物质　结构蛋白　酶类　木质素　矿物质
4. 伸展蛋白
5. 纤维素酶　多聚半乳糖醛酸酶　淀粉酶　过氧化物酶　苹果酸脱氢酶
6. 膜脂　膜蛋白
7. 外在蛋白　内在蛋白
8. 流动性　不对称性
9. 微管　微丝　中间纤维
10. 线粒体　叶绿体
11. 蛋白质　rRNA
12. 双层膜细胞器　单层膜细胞器　无膜细胞器
13. 蛋白酶　酯酶　核酸酶
14. 线粒体　叶绿体

15. 过氧化氢 H_2O_2

16. 过氧化物酶体 乙醛酸循环体

17. 糖酵解 蔗糖合成 脂肪合成 磷酸戊糖途径

18. 白色体 有色体 叶绿体

19. 叶绿体膜 类囊体 基质

20. 粗糙型内质网 光滑型内质网

21. 核基因组 叶绿体基因组 线粒体基因组

22. 转录水平

四、选择题(单选或多选)

1. A、B、D 2. B、C、D 3. B 4. A、D 5. A 6. C

7. B、D 8. B、C 9. C 10. B、D 11. A、D 12. A、B、D

五、是非判断题

1. (×) 2. (×) 3. (×) 4. (√) 5. (√)

6. (×) 7. (√) 8. (√) 9. (×) 10. (×)

11. (×) 12. (√)

六、简答题

1. 答:原核细胞与真核细胞的主要差别在于:真核细胞体积相对较大,直径为 10 ~ 100 μm,内部形成细胞骨架体系,有复杂的内膜系统,细胞结构和功能具有区域化与专一化,有众多细胞器。由线状 DNA 与蛋白质构成染色体,以有丝分裂为主要繁殖方式。而原核细胞(包括细菌和蓝细菌),无明显的由核膜包裹的细胞核,由若干条环状 DNA 构成的拟核体,缺少细胞器,只有核糖体,主要靠二分体分裂繁殖,自身体积小,直径 1 ~ 10 μm。

2. 答:植物细胞壁具有以下生理功能。

(1) 维持细胞形状,控制细胞生长 细胞壁增加了细胞的机械强度,这不仅有保护原生质体的作用,而且维持了细胞与植株的固有形态。

(2) 运输物质与传递信息 细胞壁涉及了物质运输,参与植物水势调节,另外细胞壁也是化学信号(激素等)、物理信号(电波、压力等)传递的介质与通路。

(3) 代谢功能 细胞壁中的酶类广泛参与细胞壁高分子合成、转移与水解等生化反应。

(4) 防御与抗性 细胞壁中的寡糖素能诱导植物抗毒素的形成;壁中的伸展蛋白除了作为结构成分外,还有防御和抗病抗逆的功能。

(5) 识别作用 研究发现,细胞壁还参与了植物与根瘤菌共生固氮的相互识别作用,此外,细胞壁中的多聚半乳糖醛酸酶和凝集素还可能参与了砧木和接穗嫁接过程中的识别反应。

3. 答:组成植物细胞膜的脂质主要是磷脂、糖脂、硫脂和固醇等,其中以磷脂含量最高。磷脂是含磷酸基的复合脂质,磷脂分子有一个亲水的"头部"(磷脂酰碱基部分)和两条亲脂的"尾巴"(碳氢脂酰链)。因此,磷脂是两性分子。细胞膜系统的形成、结构和特性都与磷脂的分子结构和化学性质有密切关系。

4. 答:原生质的主要化学组成有水、蛋白质、核酸、脂质、糖类、无机物。具有胶体性质(如亲水性、带电性、凝胶化作用等)、液晶性质(如相变温度)等特点。

5. 答:植物细胞生物膜的主要生理功能如下。

（1）分室作用　把细胞内部的空间分隔开来，使细胞内部区域化，发生不同的生理生化反应。

（2）物质运输　膜上有传递蛋白（又称载体），可调控物质出入细胞。

（3）信息传递与转换的作用　膜上嵌入膜受体蛋白，有调控外界化学信号的作用。

（4）能量转换　膜上可进行光能的吸收、电子传递、光合磷酸化等。

（5）细胞识别　有可感应和鉴别异物的能力。

（6）物质合成　粗糙型内质网是蛋白质合成的场所。

（7）抗逆能力　可增强植物的抗寒性、抗热性。

6. 答：植物液泡的主要生理功能如下：

（1）调节功能　通过水势变化调节细胞吸水能力；通过缓冲体系调节细胞内的 pH。

（2）含有多种水解酶类，可使细胞发生自溶作用。

（3）选择性地吸收和储藏物质　各种无机物、有机物。

7. 答：植物细胞的胞间连丝的主要生理功能有两个方面。

（1）进行物质交换　相邻细胞的原生质可通过胞间连丝进行交换，使可溶性物质（如电解质和小分子有机物）、生物大分子物质（如蛋白质、核酸、蛋白核酸复合物），甚至发现细胞核有横跨胞间的运输。

（2）进行信号传递　物理信号（电、压力等）和化学信号（植物激素、生长调节剂等）都可通过胞间连丝进行共质体传递。

8. 答：植物细胞骨架的生物学意义为：具有维持细胞形状、支架作用、运动功能，还与细胞分裂和分化、信息传递、能量转换等生命活动密切相关。植物生长、叶绿体运动都有细胞骨架参与。

9. 答：线粒体和叶绿体虽都具有转录和翻译的功能，但其中的大部分多肽是由核基因编码，并在细胞质的内质网核糖体上合成，然后由转运肽引导进入两个细胞器内，到达预定部位的。

10. 答：受到环境胁迫诱导表达的基因有：① 热休克基因；② 脱水胁迫基因；③ 病菌感染诱导基因；④ 光诱导基因。

七、论述题

1. 答：1972 年，辛格尔（S. J. Singer）和尼柯尔森（G. Nicolson）提出的流动镶嵌模型认为，膜的骨架是由以磷脂分子为主的膜脂双分子层构成，这些脂质分子几乎都是两性分子，它们有一个极性的“头部”和一个疏水的“尾部”，其“头部”向外，处于水相，通常呈液晶态，“尾部”相接朝向中央，处于疏水相。该模型的特点之一是强调膜的不对称性。膜蛋白不是均匀地分布在膜脂的两侧，有些蛋白质属于水溶性球状蛋白，通过静电作用及离子键与膜脂亲水性的头部或某些膜蛋白亲水基团相连接，分布在膜的内外表面，称之为外在蛋白，又称膜周边蛋白或表在蛋白；另一类蛋白质则镶嵌在磷脂分子之间，有的仅仅嵌入某一侧的膜脂层，有的全部埋入脂质双分子层之中，甚至横跨膜质层，其中间部分以其外露的疏水基团与膜脂疏水性的尾部相结合，两端亲水性部分伸向水相，镶嵌在膜脂之中，称之为内在蛋白，又称为膜内在蛋白或嵌入蛋白。该模型的另一个特点是强调膜的流动性。这个模型的特点是强调膜的不对称性和流动性，局限性是忽视了蛋白质对脂质分子流动性的控制作用和膜各部分流动的不均匀性等问题。这个模型的特点是强调膜的不对称性和流动性，局限性是忽视了蛋白质对脂质分子流动性的控制作用和膜各部分流动的不均匀性等问题。

2. 答:生物膜主要是由蛋白质和脂质组成,膜中脂质大多为极性分子,其疏水尾部向内,亲水头部向外,组成双脂层,蛋白质镶嵌在膜中或分布在膜的表面。膜不仅把细胞与外界隔开,而且把细胞内的空间区域化,从而使细胞的代谢活动有条不紊地"按室分工"。膜上的蛋白质有的是酶,有的是载体或通道,还有的是能感应刺激的受体,因而生物膜具有进行代谢反应、控制物质进出以及传导信息等功能。膜中蛋白质和脂质的比值因膜的种类不同而有差异,一般来说,功能多而复杂的生物膜,其中蛋白质的种类多,蛋白质与脂质的比值大,反之,功能简单的膜,其所含蛋白质的种类与数量就少。如线粒体内膜及类囊体膜的功能复杂,要进行电子传递和磷酸化作用,因而其蛋白质种类和数量较多,而且其中许多蛋白质与其他物质组成了超分子复合体。

3. 答:细胞胞基质又称为细胞溶胶或细胞浆,是指细胞质中的无定形的胶体部分。它是细胞重要的组分,具有重要的生物学意义。

胞基质是细胞代谢活动十分重要的场所,许多代谢过程,如:糖酵解途径、戊糖磷酸途径、脂肪酸合成、光合产物蔗糖的合成、C_4植物叶肉细胞固定二氧化碳的过程等,都是在胞基质中进行的。其次,胞基质作为一个以蛋白质为主体的并具有流动性的亲水胶体系统,不仅对维持细胞器的结构与功能有重要意义,可为细胞器的实体完整性提供所需要的离子环境,供给细胞器行使功能所必需的底物与能量,而且对各细胞器与基质间进行物质与能量的交换也是十分有利的。

4. 答:植物细胞的基因表达特点如下。

(1) 植物是真核生物,其细胞的 DNA 含量和基因数目远远多于原核细胞,蛋白质或 RNA 的编码基因序列往往是不连续的,大多数基因都含有内含子。DNA 与组蛋白结合,以核小体为基本单位,形成染色体或染色质,遗传信息分散在多个 DNA 分子上。

(2) 植物细胞的基因为单顺反子、无操纵子结构,有各自的调控序列,而且基因表达有明显的"时"与"空"的特性。另外,植物基因表达比动物更容易受环境因子(如光、温、水分)的影响,环境因子会引起植物基因表达的改变。

(3) 植物细胞中的三种 RNA 聚合酶参与基因的表达,RNA 聚合酶Ⅰ负责 rRNA 的合成,RNA 聚合酶Ⅱ负责形成 mRNA,RNA 聚合酶Ⅲ负责 tRNA 和小分子 RNA 的合成。植物细胞中的 DNA 通过组蛋白阻遏等机制,使大部分基因不能表达,又加上在转录等水平上的各级复杂调节机制,使得特定组织和特定发育阶段中有相应基因进行适度表达,产生与组织结构和代谢功能相适应的蛋白质或酶。

5. 答:真核细胞基因表达的调控包括以下几个方面。

(1) 转录调控　转录因子通过与 RNA 聚合酶以及基因的启动子、增强子和抑制子等调节系列的互作,控制基因转录拷贝数,实现对基因产物的调控。

(2) 转录后调控　转录的前体 mRNA 翻译前必须要经过化学修饰才能成为成熟的 mRNA,这个剪接加工过程可进行调控,保留不同的外显子可得到不同的成熟 mRNA。

(3) 翻译调控　细胞 tRNA 的浓度可影响翻译效率,还有某些因子会阻止 mRNA 与核糖体结合可降低翻译效率。

(4) 翻译后调控　翻译后产生的前体多肽需要进一步加工修饰才能成为具有特殊功能的有活性的蛋白质。

(5) 蛋白质活性的调控　如 GA 可诱导 α-淀粉酶的合成,乙烯可诱导与果实成熟有关的水解酶的合成。

1.5 启发性思考题

1. 植物细胞全能性发现的重大意义如何？
2. 说植物细胞壁是一个无生命的结构成分是否正确？为什么？

第2章　植物的水分代谢

2.1　学习内容要求

2.1.1　了解内容

1. 水的化学性质及自由能、化学势、水势组分的概念。
2. 水分运输的途径和动力。

2.1.2　熟悉内容

1. 植物细胞吸水与水势的关系。
2. 合理灌溉的指标及生理基础。

2.1.3　掌握内容

1. 水在植物体内存在的形态及其在生命活动过程中的重要作用。
2. 植物蒸腾作用的生理意义及其与环境条件的关系。
3. 气孔蒸腾的机制。
4. 影响植物根系吸水的外界条件。

2.2　学习内容提要

2.2.1　基本内容

1. 水的物理化学性质

水分子的结构及组成使其成为极性分子并形成大量氢键，进而形成水的一些特殊的理化性质，给植物的生命活动带来各种有利条件。

2. 水在植物生命活动中的重要作用

一般植物组织含水量约占鲜重70%～90%，水分对植物的生命活动有极其重要的生理和生态作用。水是植物细胞原生质的主要成分；水直接参与植物体内重要的代谢过程；水是许多生化反应和物质吸收、运输的良好介质；水能使植物保持固有的姿态；水能维持植物细胞或组织的紧张度，有利生长发育的进行；水还可以调节植物的体温和生存环境。水分在植物体内有自由水及束缚水两种形式，二者比值可反映代谢活性与抗性强弱。

3. 植物细胞对水分的吸收

化学势是用于描述体系中组分发生化学反应的本领及转移的潜在能力的指标;水的化学势可判断水分参加化学反应的本领或转移能量的高低,水势指水溶液的化学势与纯水化学势之差值与偏摩尔体积的比值。

植物细胞吸水有两种类型:渗透吸水、吸涨吸水,以渗透吸水为主,吸涨吸水实质上也是一种水分的跨膜渗透。水分跨膜渗透运动包括单个水分子跨膜的扩散以及水通过由水孔蛋白组成的水通道的微集流运动。在扩散中,水分子的运动由浓度梯度推动;在集流中,水分子的运动由压力梯度推动。细胞内外溶质的浓度梯度(或水分子浓度梯度)和细胞膨压所形成的压力梯度都是植物细胞渗透吸水的动力。典型细胞的水势:$\psi_w = \psi_p + \psi_\pi + \psi_m$。具液泡细胞的 ψ_m 很高,但绝对值很小,可忽略不计,故具液泡细胞的水势为 $\psi_w = \psi_\pi + \psi_p$。干燥的种子、分生组织细胞的吸水,主要是吸涨吸水,其水势 $\psi_w = \psi_m$。植物细胞与细胞(溶液)之间水分移动的动力是水势差,水势差越大,移动越快。

水从高水势区域通过半透膜流向低水势区域的现象称为渗透作用。

4. 植物根系对水分的吸收

根系是植物吸水的主要器官。根系吸水的主要区域是根毛区。根系吸水的方式有主动吸水和被动吸水两种,其动力分别为根压和蒸腾拉力。根系吸水的主要方式是被动吸水。根压与根系的生理活动有关,蒸腾拉力与蒸腾有关。所以影响根系生理活动与蒸腾速率的内外因素都影响根系吸水。影响因素主要有土壤水分状况、通气状况、土壤温度及土壤溶液浓度。

5. 植物的蒸腾作用

植物水分散失的方式有两种:吐水和蒸腾作用,后者是主要的方式。

蒸腾作用具有重要生理意义。气孔蒸腾是植物叶片蒸腾的主要形式,符合小孔扩散规律。目前主要用 K^+ 累积学说和苹果酸代谢学说来解释气孔开闭机制。许多外界因子(光、温、水、CO_2 等)能调节气孔开闭。

常用的蒸腾作用的生理指标有三:蒸腾速率、蒸腾比率(蒸腾效率)、蒸腾系数。气孔蒸腾的速率受到内外因素的影响。外界条件中以光照为主,内部因素中以气孔调节为主。

6. 植物体内水分的运输

水分在植物体内的运输途径有经死细胞(导管和管胞)和活细胞两种。前者对水分的阻力小,适于长距离运输;后者运输阻力大,只适于短距离运输。水分之所以沿导管和管胞上升,是因为下有根压、上有蒸腾拉力。以蒸腾拉力较为重要。水分子内聚力远大于水柱张力,保证水柱连续不断上升。内聚力学说是目前解释水分向上运输的一个主要学说。

7. 合理灌溉的生理基础及意义

植物在一定含水量基础上的水分平衡是植物正常生命活动的关键,维持水分平衡一般有减少蒸腾和增加供水两条途径,后者是主要的、积极的途径。合理灌溉是维持植物水分平衡的重要措施。

作物需水因作物种类不同而异。一般而论,植物的水分临界期是花粉母细胞四分体形成期。合理灌溉的指标要综合考虑土壤含水量、作物形态指标及生理指标。

发展节水农业是促进水资源持续利用和农业持续发展的必然要求,新的灌水方式如精确灌溉、调亏灌溉及控制性分根区交替灌溉应用于节水农业,收效显著。

2.2.2 重点内容

1. 植物细胞水势的概念及其组成。
2. 植物细胞与根系吸水的方式。
3. 气孔运动的机制。

2.3 自测试题

一、名词解释

1. 水分代谢
2. 自由能
3. 自由水
4. 束缚水
5. 渗透作用
6. 化学势
7. 质壁分离
8. 质壁分离复原
9. 水势
10. 渗透势
11. 压力势
12. 衬质势
13. 吸涨作用
14. 吸涨水
15. 半透性膜
16. 偏摩尔体积
17. 水通道蛋白
18. 吐水
19. 伤流
20. 质外体
21. 共质体
22. 根压
23. 主动吸水
24. 被动吸水
25. 永久萎蔫
26. 永久萎蔫系数
27. 永久萎蔫点
28. 蒸腾拉力
29. 蒸腾作用
30. 蒸腾速率
31. 蒸腾比率
32. 蒸腾系数
33. 小孔扩散律
34. 临界水势
35. 水分临界期
36. 生理性干旱
37. 内聚力学说
38. 节水农业
39. 水分平衡
40. 调亏灌溉

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. ψ_w
2. Pa
3. MPa
4. μ_w
5. $V_{w,m}$
6. ψ_p
7. ψ_s
8. ψ_m
9. ψ_π
10. RH
11. RWC
12. W_{act}
13. W_s
14. WUE

15. CHIP28(AQP_1)　　16. RDI

17. SPAC

三、填空题

1. 一般组织的含水量约占组织鲜重的_____，风干种子代谢活动很弱，其含水量很低，为_____，原生质一般含水量在_____以上。

2. 每种液体在一定温度下，其饱和蒸气压是一个常数，温度升高，饱和蒸气压_____。

3. 某一物质在两个区域间移动的方向可以由其所在的两个区域中的_____判定，水分在土壤－植物体－大气间运动时，其移动方向可以由_____判定。

4. 植物的水分代谢是指植物对水分的_____、_____、_____和_____过程。

5. 生命活动越旺盛的部位，其含水量越_____。

6. 植物细胞内水分存在的状态有_____和_____。自由水/束缚水比值越大，则代谢活动越_____，植物的抗逆性越_____。

7. 植物细胞的吸水类型有_____和_____；水分跨膜渗透方式包括_____和_____。

8. 一个典型细胞的水势等于_____；具有液泡的细胞的水势等于_____；干种子细胞的水势等于_____。

9. 形成液泡后，细胞主要靠_____吸水。

10. 风干种子萌发时的吸水主要靠_____。

11. 溶液的水势就是溶液的_____。

12. 溶液的渗透势决定于溶液中_____。

13. 细胞质壁分离现象可以解决下列问题：_____、_____和_____。

14. 在细胞初始质壁分离时，细胞的水势等于细胞的_____，压力势等于_____。

15. 当细胞吸水达到饱和时，细胞的水势等于_____，渗透势与压力势绝对值_____。

16. 将一个 $\psi_p = -\psi_s$ 的细胞放入纯水中，则细胞的体积_____。

17. 就叶片而言，距叶脉愈远的细胞，其水势愈_____。

18. 水孔蛋白存在于细胞的_____和_____上。水孔蛋白活化依靠_____作用调节。

19. 水分跨膜移动的途径有二：① _____，② _____。

20. 植物可利用水的土壤水势范围为_____。

21. 植物根系吸水方式有：_____和_____。前者的动力是_____，后者的动力是_____。

22. 证明根压存在的证据有_____和_____。

23. 对于大多数植物，当土壤含水量达到永久萎蔫系数时，其水势约为_____，该水势称为_____。

24. 植物散失水分的方式有_____和_____。

25. 叶片蒸腾有两种方式：_____和_____。

26. 蒸腾速率主要由_____和_____来决定。

27. 某植物制造5 g干物质需消耗2 kg水，其蒸腾系数为_____、蒸腾效率为_____。

28. 水分在植体内的运输有两种途径:① 经_____细胞,② 经_____细胞。

29. 蒸腾作用的指标有_____、_____和_____。

30. 影响气孔开闭的因子主要有_____、_____、_____、_____等。

31. 影响蒸腾作用的环境因子主要是_____、_____、_____、_____等。

32. 小麦的第一个水分临界期是_____期,第二个水分临界期是_____期。

33. 合理灌溉的生理指标主要有_____、_____、_____和_____。

34. 出现的新型的灌溉方式有_____、_____和_____。

四、选择题(单选或多选)

1. 干燥种子萌发和分生组织细胞吸水靠(　　)。

A. 渗透作用　　B. 代谢作用　　C. 吸涨作用　　D. 扩散作用

2. 已形成液泡的植物细胞吸水靠(　　)。

A. 吸涨作用　　B. 渗透作用　　C. 代谢作用　　D. 内聚力作用

3. 有一个充分为水饱和的细胞,将其放入比其细胞液浓度低 10 倍的溶液中,则细胞体积(　　)。

A. 变大　　B. 变小　　C. 不变　　D. 可能变小,也可能不变

4. 已形成液泡的细胞,其衬质势通常省略不计,其原因是:(　　)。

A. 初质势很低　　B. 衬质势不存在

C. 衬质势很高,绝对值很小　　D. 衬质势很低,绝对值很小

5. 在烈日照射下,植物可通过蒸腾作用散失水分降低体温,是因为(　　)。

A. 水具有高比热容　　B. 水具有高汽化热

C. 水具有表面张力　　D. 水分子具有内聚力

6. 植物组织内自由水/束缚水的比值越高,其抗逆性越(　　)。

A. 强　　B. 弱　　C. 不变　　D. 无规律

7. 将一个细胞放入与其渗透势相等的外界溶液中,则细胞(　　)。

A. 吸水　　B. 失水

C. 既不吸水也不失水　　D. 既可能失水,也可能保持平衡

8. 细胞液本身的水势永远是(　　)。

A. 大于 0　　B. 小于 0　　C. 等于 0　　D. 小于 1

9. 一般来说,温带生长的大多数植物叶组织的渗透势为(　　)MPa。

A. -0.1 ~ -0.5　　B. -0.5 ~ -1.0

C. -1.0 ~ -2.0　　D. -1.5 ~ -2.5

10. 一般来说,旱生植物叶片渗透势很低,可达(　　)。

A. -4.0 MPa　　B. -6.0 MPa　　C. -8.0 MPa　　D. -10.0 MPa

11. 一般来说,低于(　　)MPa 的水为土壤束缚水。

A. 2.1　　B. 3.1　　C. 4.1　　D. 5.1

12. 目前,已鉴定出的水孔蛋白有(　　)种。

A. 4　　B. 5　　C. 6　　D. 7

13. PEPC 的最适 pH 为(　　)。

A. 5.0~5.5　　B. 6.0~6.5　　C. 7~7.5　　D. 8~8.5

14. 保卫细胞的水势变化与下列无机离子有关(　　)。

A. Mn^{2+}　　B. K^{+}　　C. Cl^{-}　　D. Mg^{2+}

15. 在气孔张开时,水蒸气分子通过气孔的扩散速度(　　)。

A. 与气孔的面积成正比　　B. 与气孔面积成反比

C. 与气孔周长成正比　　D. 与气孔周长成反比

16. 保卫细胞的水势变化与下列有机物质有关(　　)。

A. 丙酮酸　　B. 脂肪酸　　C. 苹果酸　　D. 糖

17. 调节植物叶片气孔运动的主要因素是(　　)。

A. 光照　　B. 温度　　C. 氧气　　D. CO_2

18. 根部吸水主要在根尖进行,吸水能力最大的是(　　)。

A. 分生区　　B. 伸长区　　C. 根毛区　　D. 根冠

19. 土壤通气不良使根系吸水量减少的原因是(　　)。

A. 缺乏氧气　　B. 水分不足　　C. 水分太多　　D. CO_2浓度过高

20. 土壤中盐分过多,造成植物萎蔫,这种现象属于(　　)。

A. 土壤干旱　　B. 大气干旱　　C. 生理干旱　　D. 盐中毒

21. 植物体内水分长距离运输的途径是(　　)。

A. 筛管和伴胞　　B. 导管和管胞　　C. 通道细胞　　D. 胞间连丝

22. 植物体内水分向上运输的动力有(　　)。

A. 内聚力　　B. 蒸腾拉力　　C. 水柱张力　　D. 根压

23. 土壤温度过高对根系吸水不利,因为高温会(　　)。

A. 加强根的老化　　B. 使酶钝化　　C. 使生长素减少　　D. 原生质黏度增加

24. 植物的水分临界期是指植物(　　)。

A. 对水分缺乏最敏感的时期　　B. 需水量最多的时期

C. 需水终止期　　D. 生长最快的时期

25. 合理灌溉的生理指标有:(　　)。

A. 叶片水势　　B. 细胞汁液浓度　　C. 渗透势　　D. 气孔开度

五、是非判断题

1. 植物的自由水含量越多,其代谢活动越旺盛,抵抗不良环境的能力越强。(　　)

2. 在植物生理学中水势的定义是每摩尔体积水的化学势差。(　　)

3. 具液泡的细胞,其衬质势很小,可以忽略不计。(　　)

4. 植物根系吸水快慢和有无,决定于导管汁液与外界溶液之间的水势差异的大小或有无。(　　)

5. 植物细胞吸水方式有主动吸收和被动吸水两种。(　　)

6. 土温较高,空气湿度大的早晨,从叶片气孔吐出水珠,此现象称为“吐水”。(　　)

7. 豆类种子中胶体的衬质势很高,可达 -100 MPa。(　　)

8. 水分可通过细胞膜上的载体进出细胞。(　　)

9. 在细胞初始质壁分离时，细胞的水势等于其压力势。（ ）

10. 在细胞为水充分饱和时，细胞的渗透势为0。（ ）

11. 把一个细胞放入某溶液中体积不变，说明该细胞液的浓度与此溶液的浓度相等（ ）。

12. 水势差不仅决定水流的方向，而且影响水分移动的速度。（ ）

13. 小液流法测定的水势，是细胞处于初始质壁分离状态时的水势。（ ）

14. 田间持水量减去永久萎蔫系数所得的值，就是植物不可利用的水分。（ ）

15. 作物受涝后表现出缺水症状，其主要原因是土壤通气不良，影响根系吸水。（ ）

16. 种子吸涨吸水和蒸腾作用都是不需要呼吸作用直接供能的生理过程。（ ）

17. 蒸腾效率高的植物，一定是蒸腾量小的植物。（ ）

18. 植物的临界水势越高，则耐旱性越强。（ ）

19. 空气相对湿度增大，空气蒸气压增大，蒸腾加强。（ ）

20. 糖、苹果酸和 K^+、Cl^- 进入液泡，使保卫细胞水势下降，吸水膨胀，气孔张开。（ ）

21. 低浓度 CO_2 促进气孔关闭，高浓度 CO_2 促进气孔迅速张开。（ ）

22. 强风可将气孔边的水蒸气吹散，减少外部阻力，加速蒸腾。（ ）

23. C_3 植物的需水量比 C_4 植物的低。（ ）

24. 干旱时细胞内磷酸酯酶活性减弱，硝酸还原酶活性增强。（ ）

25. 植物轻度缺水时，光合作用尚未受影响，但生长已受抑制。（ ）

26. 灌溉的形态指标易于观察，它比生理指标更及时和灵敏。（ ）

27. 植物体内的水分平衡是有条件的、暂时的和相对的。（ ）

28. 作物一定时期缺水并不一定会降低产量，还可能对作物增产更为有利。（ ）

六、简答题

1. 水对植物的生命活动有哪些重要作用？

2. 植物细胞吸水有哪几种方式？

3. 干燥种子为什么会大量而快速地吸水？

4. 利用细胞质壁分离现象可以解决哪些问题？

5. 水分是如何通过膜系统进出细胞的？

6. 为什么根毛区的吸水能力最强？

7. 简述植物根系吸收水分的方式与动力。

8. 吐水和伤流为什么可以作为根系生理活动的指标？

9. 土壤温度过低或过高为什么对根系吸水不利？

10. 若施肥不当，易产生“烧苗”现象，原因是什么？

11. 水稻为什么能长期生活在缺氧的水中？

12. 简述蒸腾作用的部位及其生理意义。

13. 水分从被植物吸收到蒸腾到体外，需要经过哪些途径？其动力如何？

14. 与表皮细胞相比，保卫细胞有什么特点？

15. 简述抗蒸腾剂的种类与作用方式。

16. 为什么通过气孔的蒸腾量是同等面积自由水面蒸发量的许多倍？

17. 内聚力学说的主要内容是什么?

七、论述题或计算题

1. 水分子的理化性质与植物生理活动有何关系?

2. 植物体内水分的存在状态与代谢活动及抗性的关系如何?

3. 气孔开关机制假说有哪些? 并加以说明。

4. 试述外部因子对气孔运动的影响。

5. 禾谷类作物的水分临界期在什么时期? 为什么?

6. 蒸腾作用的强弱与哪些因素有关? 为什么?

7. 试述高等植物体内水分上运的动力及其产生原因。

8. 土壤通气不良造成根系吸水困难的原因是什么?

9. 谈谈维持植物水分平衡的途径和措施。

10. 合理灌溉增产的原因是什么?

11. 调亏灌溉(RDI)有什么优点?

12. 以下论点是否正确? 为什么?

(1) 将一个细胞放入某一浓度的溶液中,若细胞液浓度与外界溶液的浓度相等,则体积不变。

(2) 若细胞的 $\psi_p = -\psi_\pi$,将其放入 0.001 mol/L 的溶液中,则体积不变。

(3) 若细胞的 $\psi_w = \psi_\pi$,将其放入纯水中,则体积不变。

(4) 有一充分为水饱和的细胞,将其放入比细胞液浓度低 50 倍的溶液中,则体积不变。

13. 将一个细胞放入渗透势为 -0.2 MPa 的溶液中,达到动态平衡后,细胞的渗透势为 -0.6 MPa,细胞的压力势等于多少? (设外液浓度不变)。

14. 设一个细胞的 ψ_π 为 -0.8 MPa,将其放入 ψ_π 为 -0.3 MPa 的溶液中,试问细胞的压力势为何值时,才发生如下三种变化?

(1) 细胞体积减小。

(2) 细胞体积增大。

(3) 细胞体积不变。

15. 用小液流法测得某细胞在 0.3 mol · L^{-1} 蔗糖溶液中体积不变,已知该细胞的渗透势为 -0.93 MPa。求该细胞的水势和压力势(t = 27℃)。

2.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 水分代谢(water metabolism):指植物对水分的吸收、运输、利用和散失的过程。

2. 自由能(free energy):自由能是在恒温、恒压条件下能够做最大有用功的那部分能量。

3. 自由水(free water):距离胶粒较远而可以自由流动的水分。

4. 束缚水(bound water):靠近胶粒而被胶粒所束缚,不易自由流动的水分。

5. 渗透作用(osmosis):水分从水势高的系统通过半透膜向水势低的系统移动的现象。

6. 化学势(chemical potential):一种物质每摩尔的自由能就是该物质的化学势。

7. 质壁分离(plasmolysis):植物细胞由于液泡失水而使原生质体和细胞壁分离的现象,称为质壁分离。

8. 质壁分离复原(deplasmolysis):如果把发生了质壁分离的细胞浸在水势较高溶液或蒸馏水中,外界的水分子便进入细胞,液泡变大,整个原生质体慢慢地恢复原状,这种现象叫质壁分离复原或去质壁分离。

9. 水势(water potential):指水溶液的化学势与纯水化学势之差值与偏摩尔体积的比值。符号:ψ_w。

10. 渗透势(osmotic potential):由于溶液中溶质颗粒的存在而引起的水势降低值,用符号ψ_π表示,为负值。亦称溶质势(solute potential)(ψ_s)。

11. 压力势(pressure potential):由于细胞壁压力的存在而增大的水势值。一般为正值。符号:ψ_p。初始质壁分离时,ψ_p为0;剧烈蒸腾时,ψ_p会呈负值。

12. 衬质势:(matrix potential):由于细胞胶体物质亲水性和毛细管对自由水的束缚而引起的水势降低值,符号:ψ_m,为负值。

13. 吸涨作用(imbibition):亲水胶体吸水膨胀的现象。

14. 吸涨水(water of imbibition):细胞内亲水物质通过吸涨力而结合的水称为吸涨水,它是束缚水的一部分。

15. 半透性膜(permeable membrane):水分子能自由通过,而蔗糖分子等物质不能透过的膜,如种子的种皮。

16. 偏摩尔体积(partial molar volume):在温度、压强及其他组分不变的条件下,在无限大的体系中加入1 mol水时,体系体积的增量。符号:$V_{w,m}$。

17. 水通道蛋白(water channel proteins):存在于生物膜上的一类具有选择性、高效转运水分子功能的内在蛋白,亦称水孔蛋白。

18. 吐水(guttation):从未受伤的叶片尖端或边缘的水孔向外溢出液滴的现象。

19. 伤流(bleeding):从受伤或折断的植物器官、组织伤口处溢出液体的现象。

20. 质外体(apoplast):质外体包括细胞壁、细胞间隙以及中柱内的木质导管,它不包含细胞质。质外体对水分运输的阻力很小。

21. 共质体(symplast):共质体包括所有细胞的原生质体,通过胞间连丝联系,形成一个连续的体系,它对水传导的阻力很大。

22. 根压(root pressure):植物根部的生理活动使液流从根部上升的压力。

23. 主动吸水(initiative absorption of water):以根压为动力引起的根系吸水过程。

24. 被动吸水(passive absorption of water):以蒸腾拉力为动力引起的根系吸水过程。

25. 永久萎蔫(permanent wilting):萎蔫植物若在蒸腾速率降低以后仍不能恢复正常,这样的萎蔫就称为永久萎蔫。

26. 永久萎蔫系数(permanent wilting coefficient):指植物刚刚发生永久萎蔫时,土壤中存留的水分含量(以占土壤干重的百分率计)。

27. 永久萎蔫点(permanent wilting point):土壤含水量达到永久萎蔫系数时的水势称为永久萎蔫点。

28. 蒸腾拉力(transpirational pull):由于蒸腾作用产生的一系列水势梯度使导管中水分上升

的力量。

29. 蒸腾作用(transpiration):水分以气体状态通过植物体表面从体内散失到体外的现象。

30. 蒸腾速率(transpiration rate):又称蒸腾强度,指植物在单位时间内,单位叶面积通过蒸腾作用而散失的水分量($g/dm^2 \cdot h$)。

31. 蒸腾比率(transpiration ratio):植物每消耗1 kg水时所形成的干物质重量(g)。

32. 蒸腾系数(transpiration coefficient):植物制造1 g干物质所需消耗的水分量(g)。又称为需水量(water requirement)。它是蒸腾比率的倒数。

33. 小孔扩散律(small pore diffusion law):指气体通过多孔表面的扩散速率不与其面积成正比,而与其周长成正比。

34. 临界水势(critical water potential):气孔开始关闭时的水势。

35. 水分临界期(critical period of water):植物对水分缺乏最敏感的时期。一般为花粉母细胞四分体形成期。

36. 生理性干旱(physiological drought):盐土中栽培的作物,由于土壤溶液的水势低,吸收水分较为困难,或者是原产热带的作物遇低于10℃的温度时而出现的萎蔫现象。

37. 内聚力学说(cohesion theory):又称蒸腾流—内聚力—张力学说。即以水分的内聚力来解释水分沿导管上升的原因的学说。

38. 节水农业(water-saving agriculture):是充分利用水资源、采取水利和农业措施,提高水的利用率和生产效率,并创造出有利于农业可持续发展的生态环境的农业。

39. 水分平衡(water balance):一般把植物吸水、用水、失水三者的和谐动态关系叫做水分平衡。

40. 调亏灌溉(RDI):是20世纪70年代发展起来的一种新型节水技术,指充分供水与适当控水交替(即促控相结合)进行,对产量的提高更为有效。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. ψ_w:水势
2. Pa:帕(斯卡)
3. MPa:兆帕
4. μ_w:水的化学势
5. $V_{w,m}$:水的偏摩尔体积
6. ψ_p:压力势
7. ψ_s:溶质势
8. ψ_m:衬质势
9. ψ_π:渗透势
10. RH:空气相对湿度
11. RWC:相对含水量
12. W_{act}:实际含水量
13. W_s:水分饱和时的含水量
14. WUE:水分利用效率

15. CHIP28(AQP_1):相对分子质量为 28×10^3 的水通道蛋白(水孔蛋白)
16. RDI:调亏灌溉
17. SPAC:土壤-植物-大气连续体

三、填空题

1. 70%~90% 9%~14% 80%
2. 增大
3. 化学势差 水势差
4. 吸收 运输 利用 散失
5. 高
6. 自由水 束缚水 旺盛 弱
7. 渗透性吸水 吸涨吸水 扩散 微集流
8. $\psi_\pi+\psi_p+\psi_m$ $\psi_\pi+\psi_p$ ψ_m
9. 渗透作用
10. 吸涨作用
11. 渗透势
12. 溶质颗粒总数
13. 判断膜的半透性 判断细胞死活 测定细胞渗透势
14. 渗透势 0
15. 0 相等
16. 不变
17. 低
18. 液泡膜 质膜 磷酸化/脱磷酸化
19. 单个水分子经膜脂间隙 水集流经水通道
20. -0.05~-0.30 MPa
21. 主动吸水 被动吸水 根压 蒸腾拉力
22. 吐水 伤流
23. -1.5 MPa 永久萎蔫点
24. 吐水 蒸腾作用
25. 角质蒸腾 气孔蒸腾
26. 扩散力 扩散阻力
27. 400 2.5 g 干物质/kg 水
28. 死 活
29. 蒸腾速率 蒸腾比率 蒸腾系数
30. 光 温度 CO_2浓度 水分
31. 光 空气相对湿度 大气温度 风
32. 分蘖末期—抽穗期 灌浆始期—乳熟末期
33. 叶水势 叶片相对含水量 细胞汁液浓度或渗透势 气孔阻力或开度
34. 精确灌溉 调亏灌溉 控制性分根区交替灌溉

四、选择题(单选或多选)

1. C　2. B　3. B　4. C　5. B　6. B　7. D
8. B　9. C　10. D　11. B　12. C　13. D　14. B、C
15. C　16. C、D　17. A、B、D　18. C　19. A、D　20. C
21. B　22. B、D　23. A、B　24. A　25. A、B、C、D

五、是非判断题

1. (×)　2. (×)　3. (×)　4. (√)　5. (×)　6. (×)　7. (×)
8. (×)　9. (×)　10. (×)　11. (×)　12. (√)　13. (×)　14. (×)
15. (√)　16. (√)　17. (×)　18. (×)　19. (×)　20. (√)　21. (×)
22. (×)　23. (×)　24. (×)　25. (√)　26. (×)　27. (√)　28. (√)

六、简答题

1. 答:水对植物有重要的生理、生态作用。生理作用:① 水是细胞原生质的主要组分;② 水直接参与植物体内重要的代谢过程;③ 水是许多生化反应和物质吸收、运输的良好介质;④ 水能使植物保持固有的姿态;⑤ 细胞的分裂和延伸生长都需要足够的水。生态作用:① 水能调节植物的体温;② 水对可见光具通透性;③ 改善植物的生存环境。

2. 答:植物细胞吸水有三种方式:① 未形成液泡的细胞,靠吸涨作用去吸水;② 液泡形成之后,细胞主要靠渗透性吸水;③ 与渗透作用无关,而与代谢过程密切相关的代谢性吸水。

3. 答:事实上这是一种亲水胶体吸水膨胀的现象。干燥种子的细胞中,壁的成分纤维素和原生质成分蛋白质等生物大分子都是亲水性的,而且都处于凝胶状态,它们对水分子的吸引力很强。

4. 答:利用细胞壁分离现象可解决以下问题。

(1) 确定细胞是否存活　已发生膜破坏的死细胞不产生质壁分离现象。

(2) 测定细胞的渗透势　将植物组织或细胞置于一系列已知水势的溶液中,那种恰好使细胞处于初始质壁分离状态的溶液水势值与该组织或细胞的渗透势相等。

(3) 观察物质透过原生质层的难易程度　利用质壁分离复原的速度来判断物质透过细胞的速率。

5. 答:水分进出细胞有两种途径:一种是单个水分子通过膜脂间隙扩散进出细胞;另一种是以水集流方式通过质膜上水孔蛋白组成的水通道进出细胞。

6. 答:伸长区、分生区和根冠三部分由于原生质浓厚,输导组织尚欠发达,对水分移动阻力大。根毛区有许多根毛,增大了吸收面积,同时根毛细胞壁的外部由于果胶物质覆盖,黏性强,亲水性好,有利于与土壤颗粒黏着和吸水;而且根毛区输导组织发达,对水分的移动阻力小,所以,根毛区吸水能力最大。

7. 答:根系吸收水分的方式有两种:主动吸水与被动吸水。主动吸水的动力为根压,与根系的生理活动有关,消耗生物能。而被动吸水的动力为蒸腾拉力,与根系的生理活动无关,不消耗生物能。

8. 答:吐水和伤流都是由根压引起的,吐水量、伤流量及其成分,可以反映根系生理活性的强弱。故吐水和伤流现象可作为植物根系生理活动的指标。

9. 答:低温影响根系吸水的原因是:① 原生质黏性增大,对水的阻力增大,水不易透过生活

组织，植物吸水减弱；② 水分子运动减慢，渗透作用降低；③ 根系生长受抑，吸收面积减少；④ 根系呼吸速率降低，离子吸收减弱，影响根系吸水。高温加速根系老化过程，使根的木质化部位几乎到达根尖端，根吸收面积减少，吸收速率也下降。

10. 答：一般土壤溶液的水势都高于根细胞水势，根系顺利吸水。若施肥太多或过于集中，会造成土壤溶液水势低于根细胞水势，根系不但不能吸水还会丧失水分，故引起“烧苗”现象。

11. 答：长期生活在沼泽地带或水分饱和土壤中的植物，其结构和生理功能上形成一套适应机制。例如水稻根内具有较大的细胞间隙和气道，与茎叶的细胞间隙和气道相通，便于氧从叶茎中向下传递；同时，根部具有较强的乙醇酸氧化途径，放出氧气，用于呼吸。水稻幼苗在缺氧情况下，细胞色素氧化酶仍能保持一定的活性。

12. 答：蒸腾作用的部位有整体蒸腾、皮孔蒸腾和叶片蒸腾，但是皮孔蒸腾的量非常小，约占全蒸腾量的0.1%，所以，植物的蒸腾作用绝大部分是在叶面上进行的。叶片的蒸腾有两种方式：角质蒸腾和气孔蒸腾。生理意义：① 是植物对水分吸收和运输的主要动力；② 促进植物对矿物质和有机物的吸收及其在植物体内的运输；③ 在炎热的夏季，能够降低叶片的温度，以免灼伤。

13. 答：水分自根毛→根的皮层→根中柱→根的导管→茎的导管→叶脉导管→叶肉细胞→叶细胞间隙与气孔下腔→气孔→大气。在导管中水分运输的动力是蒸腾拉力和根压，其中蒸腾拉力占主要地位。

14. 答：与表皮细胞相比，保卫细胞的特点是：① 保卫细胞的细胞体积很小，并有特殊结构，有利于膨压迅速而显著的改变。而表皮细胞大，又无特别形状；② 胞壁中有径向排列的辐射状微纤束与内壁相连，便于对内壁施加作用；③ 细胞质中有一整套细胞器，且数目多；④ 叶绿体有明显的基粒构造，而表皮细胞无叶绿体。

15. 答：抗蒸腾剂的种类与作用方式如下。

（1）代谢型抗蒸腾剂　如阿特拉津，可使气孔开度减小，苯汞乙酸可改变膜透性，使水分不易向外界扩散。

（2）薄膜型抗蒸腾剂　如硅酮，可在叶面形成单分子薄层，阻碍水分散失。

（3）反射型抗蒸腾剂　如高岭土，可反射光，降低叶温，从而减少蒸腾量。

16. 答：因为气体分子通过气孔扩散时，孔中央水蒸气分子彼此碰撞，扩散速率很慢；在孔边缘水分子相互碰撞机会少，扩散速率快。而对于大孔，其边缘周长所占的比例小，故水分子扩散速率与大孔的面积成正比。气孔很小，数目很多，边缘效应显著，故蒸腾速率很高。

17. 答：内聚力学说又叫蒸腾—内聚力—张力学说。是解释水分在导管内连续不断上运的学说。其内容主要是水分子间有很大的内聚力，可达30 MPa，它远远大于水柱的张力（约0.5～3.0 MPa）。同时水分子与导管纤维素分子间还有很强的附着力，故导管或管胞中的水流可成为连续的水柱。

七、论述题或计算题

1. 答：水分子是一个极性分子，可与纤维素、蛋白质分子相结合。水分子具有高比热容，可在环境温度变化较大的条件下，植物体温仍相当稳定。水分子还有较高的汽化热，使植物在烈日照射下，通过蒸腾作用散失水分就可降低体温，不易受高温危害。水分子是植物体内很好的溶剂，可与含有亲水基团的物质结合形成亲水胶体，水还具有很大的表面张力，使水与细胞胶体物

质产生吸附作用,并借毛细管力进行运动。

2. 答:植物体中水分的存在状态有自由水和束缚水两种。它们与代谢活动及抗性关系极为密切。一般来说,束缚水不参与植物的代谢反应,在植物某些细胞和器官中主要含束缚水时,其代谢活动非常微弱,但其抗性却明显增强,能渡过不良的逆境条件。而自由水主要参与植物体内的各种代谢反应,含量越高,代谢越旺盛,但抗逆性越弱。因此常以自由水/束缚水比值作为衡量植物代谢强弱和抗性的生理指标之一。

3. 答:关于气孔运动的机制,目前有4种学说(假说)。

(1) 淀粉-糖变化学说 在光照下保卫细胞进行光合作用合成可溶性糖。另外由于光合作用消耗 CO_2 使保卫细胞 pH 升高,淀粉磷酸化酶水解淀粉形成可溶性糖,细胞水势下降,保卫细胞吸水迫使气孔张开。在黑暗中光合作用停止,情况与上述相反,气孔关闭。

(2) K^+ 积累学说 在光照下,保卫细胞光合磷酸化产生的 ATP 活化了质膜上的 H^+-ATP 酶,分解 ATP,并将 H^+ 分泌到细胞壁,同时将外面的 K^+ 通过膜上的内流钾通道吸收到细胞中来,Cl^- 也伴随着 K^+ 进入,Cl^- 与苹果酸负离子平衡 K^+ 的电性。保卫细胞中积累较多的 K^+、Cl^- 和苹果酸,水势降低而吸水,气孔就张开,反之,则气孔关闭。

(3) 苹果酸代谢学说 在光照下,保卫细胞内的 CO_2 被利用,pH 就上升(8.0~8.5),从而活化 PEPC,剩余的 CO_2 就转变成碳酸盐(HCO_3^-),PEP 与 HCO_3^- 作用形成草酰乙酸,然后还原成苹果酸,苹果酸解离为 $2H^+$ 和苹果酸根,在 H^+/K^+ 泵驱使下,K^+ 与 H^+ 交换,K^+ 进入保卫细胞,Cl^- 也伴随进入与苹果酸负离子一起平衡 K^+ 电性。同时苹果酸也可作为渗透调节物与 K^+、Cl^- 共同降低保卫细胞的水势。保卫细胞吸水,气孔打开。反之,气孔关闭。

(4) 玉米黄素假说 由于光合作用而积累在保卫细胞中的类胡萝卜素——玉米黄素可能作为蓝光反应的受体,参与气孔运动的调控。

4. 答:许多因子都能调节气孔运动,可归纳为以下几方面。

(1) 光 一般情况下,光照使气孔打开,黑暗使气孔关闭,但 CAM 植物则相反。另外,光质对气孔运动的影响与对光合作用的影响相似,即蓝光和红光最有效。

(2) CO_2 叶片内低 CO_2 分压,可使气孔打开,高 CO_2 分压,使气孔关闭。

(3) 温度 气孔开度一般随温度上升而增大,25℃以上气孔开度最大,但 30~35℃会引起气孔开度减小,低温下气孔关闭。

(4) 水分 叶水势下降时气孔开度减小或关闭。但久雨天气叶表皮细胞含水量高,体积增大,挤压保卫细胞引起气孔关闭。

(5) 风 微风有利气孔打开,强风可使气孔关闭。

(6) 植物激素 CTK 促使气孔张开,ABA 可促进气孔关闭。

5. 答:禾谷类作物有2个水分临界期,一个在孕穗期,即花粉母细胞四分体到花粉粒形成阶段。因为此阶段小穗正在分化,茎、叶、穗迅速发育,叶面积快速扩大,代谢较旺盛,耗水量最多,若缺水,小穗发育不良、植株矮小、产量低。另一个是在开始灌浆到乳熟末期。此时主要进行光合产物的运输与分配,若缺水,有机物运输受阻,造成灌浆困难,功能叶早衰,籽粒瘦小,产量低。

6. 答:蒸腾速率与气孔下腔内水蒸气向外的扩散力量成正比,与扩散途径中的阻力成反比。因此,凡是影响二因子的内外条件均影响蒸腾速率。概括如下两个方面:

(1) 内部因素 气孔和气孔下腔都直接影响蒸腾速率。气孔频度和开度大、气孔下腔容积大等都促进蒸腾作用。

(2)外部因素 ① 光照:光照对蒸腾起决定性的促进作用,叶片吸收的辐射能大部分用于蒸腾。光能促使气孔张开,又能提高叶片温度,使内部阻力减小和叶内外蒸气压差增大,加速蒸腾。② 大气相对湿度:当大气相对湿度大时,大气蒸气压也增大,叶内外蒸气压差就变小,蒸腾变慢;反之,加快。③ 大气温度:叶温高于气温,尤其在太阳直射下,叶温较气温一般高 2 ~ 10℃,厚叶更显著。气温增高时,叶内外蒸气压差增大,蒸腾加快。④ 风:微风可吹走气孔外的界面层,补充一些蒸气压低的空气,外部扩散阻力减小,蒸腾加快。但大风引起气孔关闭,使蒸腾减弱。⑤ 土壤条件:凡是影响根系吸水的各种土壤条件,如土温、土壤通气状况、土壤溶液浓度等均可间接影响蒸腾作用。

7. 答:水分上运的动力有二,即根压和蒸腾拉力。

关于根压产生的原因目前认为,土壤溶液沿质外体向内扩散,其中的离子则通过细胞主动吸收进入共质体中,这些离子通过连续的共质体进入中柱活细胞,然后释放导管中,引起离子积累。其结果是,内皮层以内的质外体渗透势低,而内皮层以外的质外体渗透势高,水分通过渗透作用透过内皮层细胞到达导管内,这样在中柱内就产生了一种静水压力,这就是根压。

当植物进行蒸腾时,水便从气孔蒸腾到大气中,失水的细胞便向水势较高的叶肉细胞吸水,如此传递,接近叶脉导管的细胞向叶脉导管、茎导管、根导管和根部吸水。这样便产生了一个由低到高的水势梯度,使根系再向土壤吸水。这种因蒸腾作用所产生的吸水力量,叫做蒸腾拉力。

8. 答:主要原因有:① 根系环境内 O_2 缺乏,CO_2 积累,呼吸作用受到抑制,影响根系吸水。② 长期缺 O_2 条件下根进行无 O_2 呼吸,产生并积累较多的乙醇,使根系中毒受伤。③ 土壤处于还原状态,加之土壤微生物的活动,产生一些有毒物质,造成"黑根"或"烂根"。农业生产中的中耕耘田、排水晒田等措施就是为了增加土壤的透气性。

9. 答:维持植物水分平衡的途径,一般从两方面着手,即增加供水和减少蒸腾,通常应以前者为主,因为任何减低蒸腾的办法都会降低植物的光合性能,因而影响植物的生长和产量,所以兴修水利,保证灌溉是解决这一问题的主要措施。

但是在特殊情况下,例如在干旱缺水危及生命之时,或在育苗移栽时损失了大量根系的情况下,减少蒸腾的失水也还是可取的方法。如移栽植物时,搭棚遮阴,或剪去一部分枝叶,进行覆盖,在傍晚及阴天时进行移栽,等等。增加供水除灌溉外还有蓄水(防止渗漏和径流)、保墒(防止蒸发)、除草(防止无益消耗)、经济用水(适时适量)等,发展节水技术如喷灌、滴灌,既有供水又有减少蒸腾防止蒸发的效果,是值得特别注意的。

10. 答:① 干旱时,灌溉可使植株保持旺盛的生长和光合作用。② 减缓"午休"现象。③ 促使茎叶输导组织发达,提高同化物的运输速率,改善光合产物的分配利用。④ 改变栽培环境:如早稻秧田在寒潮来临前深灌,起保暖防寒作用;晚稻在寒露风来临前灌深水,有防风保暖作用;盐碱地灌水,有洗盐和压制盐分上升的作用;施肥后灌水,有溶肥作用。

11. 答:RDI 是从作物生理角度出发的一种生物调节措施,是根据作物的生理生化过程,在其生长发育的某些时期施加一定的水分亏缺而人为诱发胁迫,影响作物的代谢和运集中心及光合产物在不同组织器官之间的分配模式,使同化物从营养器官向生殖器官的分配增加,从而提高所需收获物的产量,而舍弃营养器官的生长量及有机合成物质的总量,达到节水不减产或增产的

目的。

12. 答:这几个论点是否正确及原因如下。

(1) 将一个细胞放入某一浓度的溶液中,若细胞液浓度与外界溶液的浓度相等,则体积不变。该论点不完全正确。因为除了处于初始质壁分离状态的细胞($\psi_p=0$)之外,当细胞内溶液浓度与外液浓度相等时,由于细胞 ψ_p 的存在,因而细胞水势会高于外液水势而发生失水,体积就会变小。

(2) 若细胞的 $\psi_p=-\psi_\pi$,将其放入0.001 mol/L 的溶液中,则体积不变。该论点不正确。因为 $\psi_p=-\psi_\pi$ 时,细胞 $\psi_w=0$,把该细胞放入任一溶液时,都会失水,体积会变小。

(3) 若细胞的 $\psi_w=\psi_\pi$,将其放入纯水中,则体积不变。该论点不正确。因为当细胞的 $\psi_w=\psi_\pi$ 时,该细胞 $\psi_p=0$。将其放入纯水($\psi_w=0$)中,而 ψ_π 为一负值,即其 ψ_w 低于0,故细胞吸水,体积会变大。

(4) 有一充分为水饱和的细胞,将其放入比细胞液浓度低50倍的溶液中,则体积不变。该论点也不正确。因为为水充分饱和的细胞 $\psi_w=0$,而任何稀溶液的 ψ_w 总是低于0,故该细胞会失水,体积变小。

13. 答:将一个细胞放入渗透势为 -0.2 MPa 的溶液中,达到动态平衡后,细胞的渗透势为 -0.6 MPa,细胞的压力势如下(设外液浓度不变)。

压力势等于0.4 MPa。

14. 答:以下三种变化的压力势为:

(1) 细胞体积减小 0.8 MPa $\geqslant\psi_p>$ 0.5 MPa。

(2) 细胞体积增大 0 MPa $\leqslant\psi_p<$ 0.5 MPa

(3) 细胞体积不变 $\psi_p=$ 0.5 MPa

15. 答:用小液流法测得某细胞在0.3 mol·L^{-1}蔗糖溶液中体积不变,已知该细胞的渗透势为 -0.93 MPa。该细胞的水势和压力势如下($t=27℃$)。

根据公式:$\psi_w=-icRT$

溶液水势:$\psi_w=-0.3\times0.008\ 314\times300\times1\approx-0.75$(MPa)

因为细胞水势与溶液水势相等,所以:

细胞水势为 -0.75 MPa,

细胞压力势为0.18 MPa。

2.5 启发性思考题

假如在水源不很充足的情况下,请你结合某种作物制定一个合理的用水计划。

第3章　植物的矿质营养

3.1　学习内容要求

3.1.1　了解内容

1. 植物矿质营养的早期研究。
2. 研究植物矿质营养的方法。
3. 氮素的同化。
4. 胞饮作用。
5. 生物固氮。

3.1.2　熟悉内容

1. 植物细胞对矿质元素的吸收。
2. 矿质元素在植物体内的运输。
3. 合理施肥的生理基础。

3.1.3　掌握内容

1. 植物必需的矿质元素及其生理作用。
2. 植物根系对矿质元素的吸收 。
3. 根外营养。
4. 外界条件对根系吸收矿质元素的影响。

3.2　学习内容提要

3.2.1　基本内容

1. 植物矿质营养的早期研究

17 世纪，荷兰学者 van Helmont 最早进行了柳树枝条试验，探索植物生长与水分、土壤成分的关系。1840 年，德国著名科学家 J. von Liebig 建立了矿质营养学说。1860 年，德国植物生理学家 J. von Sachs 和植物营养学家 W. Knop 采用水培法，培养植物成功。

2. 研究植物矿质营养的方法

研究植物矿质营养的方法主要有土培法和水培法。土培法是因土壤成分太复杂，对其所含

矿质元素无法控制，因而不适于研究植物的必需元素。水培法亦称溶液培养法，是在含有已知矿质元素的溶液中栽培植物的方法，可用于研究植物的必需元素。在科研与生产实践中，水培法又衍生出砂基培养法、气栽法、营养膜法等。

3. 植物必需的矿质元素及其生理作用

利用溶液培养法了解到，植物生长发育所必需的元素有17种，即大量元素C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S，微量元素Cu、Zn、Mo、Fe、Mn、B、Cl、Ni。植物必需元素应具备的条件：缺乏该元素，不能完成生活史；缺乏该元素会出现专一的病症；元素的生理作用是直接的。

植物必需矿质元素在植物体内的生理作用有4个方面：① 是植物细胞结构物质的组成成分；② 作为酶、辅酶的成分和激活剂，参与植物代谢活动的调节；③ 起电化学作用，参与植物细胞渗透调节、胶体的稳定和电荷中和；④ 作为重要的细胞信号转导信使，如Ca^{2+}等。

当植物必需元素缺乏时，植物体内的代谢会受到影响，并出现缺素症。判断植物缺乏哪种矿质元素时，可采用化学分析诊断法、病症诊断法和加入诊断法。可再利用元素，缺乏症首先出现在老的叶上，如：N、P、Mg等；不可再利用元素，缺乏症首先出现在幼嫩叶片上，如：Ca、Mn、Fe、S等。引起缺绿症的元素有N、Mg、S、Fe等。此外还有一些有益元素，如Na、Si等。

4. 植物细胞对矿质元素的吸收

植物细胞对矿质元素的吸收方式有3种：被动吸收、主动吸收和胞饮作用。

被动吸收是通过扩散作用或其他物理过程而进行的吸收，不需要消耗代谢能量，也称为非代谢性吸收。被动吸收可分为单纯扩散（简单扩散）和易化扩散（协助扩散）。单纯扩散的动力是膜两侧物质的化学势差。易化扩散依赖于膜传递蛋白（通道蛋白和载体蛋白）的协助。质膜上已被确认的离子通道有K^+、Cl^-、Ca^{2+}和NO_3^-离子通道。通过载体蛋白顺着电化学势梯度进行的被动转运（易化扩散），称为单向转运。

主动吸收是逆着电化学势梯度吸收矿质元素的过程，需要消耗代谢能量，也称为代谢性吸收。主动吸收需要载体蛋白的参与。载体蛋白又称为载体、传递体、透过酶、运输酶。参与主动吸收的载体蛋白可分为同向传递体和反向传递体等类型。H^+ - ATP酶利用ATP水解释放的能量转运H^+至膜的另一侧，该过程称之为初级主动转运。溶质跨膜传递与H^+转运相耦合的过程称为次级共转运。共转运有两种类型：即同向转运和反向转运。此外，钙泵（又称Ca^{2+} - ATP酶）可催化质膜内侧的ATP水解，释放能量，驱动细胞内侧钙离子泵出胞外。

胞饮作用是细胞通过质膜吸附物质并进一步通过膜的内折而将物质转移到细胞内的过程。胞饮作用不是植物吸收矿质元素的主要方式。

5. 植物根系对矿质元素的吸收

根系吸收矿质元素的主要部位是根毛区，其吸收的主要过程是：通过交换吸附把离子吸附在根部细胞表面；然后通过质外体或共质体途径进入根的导管。根系对盐分的吸收与对水分的吸收既有关又相对独立；根系对矿质元素的吸收有选择性；根系吸收矿质元素具有单盐毒害和离子拮抗现象。影响根系吸收矿质元素的因素有土壤温度、土壤通气状况、土壤溶液浓度、土壤溶液pH等。

6. 根外营养

植物地上部分对矿物质的吸收，称为根外营养。根外营养可以克服某些矿质元素易于被土壤固定而难以利用的弊病，具有用量省、肥效快等优点。

7. 矿质元素在植物体内的运输

根系吸收的矿质元素,有些在根部被同化成有机物后再运往地上部分,有些仍以离子形式运往地上部分。根部吸收的矿物质通过木质部向地上部分运输,也可横向运输到韧皮部;叶片吸收的矿质元素通过韧皮部向上运输或向下运输,同时也可少量横向运输。

8. 氮素同化

土壤中的 NO_3^- 和 NH_4^+ 是植物的重要氮源。根系吸收的 NO_3^- 在根部或地上部由硝酸还原酶还原为 NO_2^-,NO_2^- 再由亚硝酸还原酶进一步催化还原成 NH_4^+,其中硝酸还原酶是限速酶。

硝酸还原酶是一种可溶性的钼黄素蛋白质,在叶肉细胞中存在于细胞质基质中,含有 FAD、细胞色素 b_{557} 和钼复合体(Mo - Co)三种辅基,起电子传递体的作用。电子供体为 NADH(NADPH)。硝酸还原酶是一种诱导酶,诱导物是 NO_3^-,光照可促进硝酸盐的还原。

亚硝酸还原酶含有两个亚基,其辅基由一个铁硫原子簇(4Fe - 4S)和一个西罗血红素组成。电子供体为还原态的铁氧还蛋白。

高等植物体内 NH_4^+ 同化为氨基酸主要是由谷氨酰胺合成酶和谷氨酸合成酶催化完成的。谷氨酸可以通过转氨作用或氨基交换作用形成天冬氨酸,进而进入氨基酸代谢途径。

9. 合理施肥的生理基础

施肥是提高作物产量的重要手段之一。要做到合理施肥,必须了解作物的需肥规律:不同作物对不同元素的需要量和比例不同;同一作物不同生育期施肥量不同。合理追肥的形态指标有:长相、长势、叶色等。合理追肥的生理指标有:叶片的叶绿素含量、营养元素含量、酰胺含量、酶活性等。

合理施肥可以改善作物光合性能和生长状况,改善土壤结构、物理性状及营养条件,光合效率提高,从而增加干物质积累,提高产量。

3.2.2 重点内容

1. 植物必需元素的生理作用。
2. 植物细胞对矿质元素的吸收的 3 种方式:被动吸收、主动吸收和胞饮作用。
3. 植物根系对矿质元素的吸收过程和特点。
4. 植物对硝酸盐的吸收和同化。

3.3 自测试题

一、名词解释

1. 必需元素
2. 矿质元素
3. 大量元素
4. 微量元素
5. 膜片钳技术
6. 易化扩散
7. 营养膜技术
8. 砂培法
9. 气培法
10. 水培法
11. 胞饮作用
12. 叶片营养

13. 离子的被动吸收　　14. 离子的主动吸收
15. 平衡溶液　　16. 离子对抗
17. 单盐毒害　　18. 生理中性盐
19. 生理碱性盐　　20. 生理酸性盐
21. 表观自由空间　　22. 交换吸附
23. 生物固氮　　24. 还原氨基化作用
25. 初级共运转　　26. 次级共运转
27. 质子泵　　28. 转运蛋白
29. 反向转运体　　30. 同向转运体
31. 单向转运体　　32. 载体蛋白
33. 通道蛋白　　34. 钙泵
35. 有益元素　　36. 可再利用元素
37. 诱导酶　　38. 缺素症
39. 植物营养最大效率期　　40. 植物营养临界期

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. NiR　2. NR　3. GS　4. GDH　5. GOGAT　6. Fe_4-S_4
7. Fe-EDTA　8. AFS　9. PCT　10. FAD　11. NFT　12. Fd
13. WFS　14. Ca^{2+}-ATPase　15. H^+-ATPase　16. GSH　17. APS　18. PPi
19. Asp-AT　20. AS

三、填空题

1. 已发现植物体内的元素有_____种,其中_____种是植物所必需的矿质元素。
2. 植物生长发育所必需的大量元素有_____种、微量元素有_____种。
3. 植物必需元素的确定是通过_____法或_____法才得以解决的。
4. Ca^{2+}可作为第二信使,与_____结合成复合体,参与信息传递。
5. 金属元素_____和_____是固氮酶的结构组分。
6. 金属元素_____、_____和_____是硝酸还原酶的3个辅因子。
7. 脲酶的金属辅基是_____。
8. 抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶辅基中都含有元素_____。
9. 亚硝酸还原酶的两个辅基分别是_____和_____。
10. 矿质元素_____、_____和_____催化光合作用水的光解反应。
11. 植物体内促进糖类运输的矿质元素是_____、_____和_____。
12. 促进植物花粉萌发和花粉管伸长的矿质元素是_____。
13. 诊断作物缺乏矿质元素的方法有_____、_____和_____。
14. 果树的小叶病是由于缺_____元素造成的。
15. 缺氮的生理病症首先出现在_____叶上。
16. 植物缺钙严重时生长点坏死,表现为_____和_____现象。
17. 油菜"花而不实"的症状是由于土壤中缺乏_____营养元素引起的。
18. 植物体缺钼往往同时还出现缺_____症状。

19. 对硝酸还原酶而言 NO_3^- 既是_____又是_____。

20. 应用膜片钳技术现已了解到质膜上存在的离子通道有_____、_____和_____等离子通道。

21. 易化扩散的离子跨膜转移是由膜两侧的_____梯度和_____梯度共同决定的。

22. 1840 年德国的_____建立了矿质营养学说。

23. 离子主动吸收有载体参与的证据是_____和_____。

24. 硝酸盐还原速度白天比夜间_____，这是因为叶片在光下形成的_____能促进硝酸盐的还原。

25. 植物细胞吸收矿质元素的主要方式有_____、_____和_____。

26. 根系吸收矿质元素的方式有_____、_____和_____。

27. 根部吸收的无机离子是通过_____向上运输的，但也能横向运输到_____。

28. 喷在叶面的有机与无机物质是通过_____运到植株各部分的。

29. 植物对水分和盐分的吸收关系是_____。

30. 根系吸收离子最活跃的区域是_____。

31. 胞饮作用是细胞吸收_____和_____物质的主要方式。

32. 催化硝酸盐还原成亚硝酸盐的是_____。

33. 催化亚硝酸盐还原成氨的是_____。

34. H^+ - ATP 酶直接利用 ATP 逆着电化学势梯度转运 H^+ 的过程叫做_____，由它所建立的跨膜_____驱动其他无机离子或小分子有机物的跨膜转运，这种间接利用能量转运离子的过程称为_____。

35. 土壤溶液的 pH 对于植物根系吸收盐分有显著影响。一般来说，阳离子的吸收随 pH 的增大而_____；阴离子的吸收则随 pH 的增大而_____。

36. 参与循环的元素在植物的个体发育中，优先分布于_____的部位。

37. 植物体内合成氨基酸的主要方式是_____和_____。

38. 植物体内可再利用的元素中以_____和_____最典型；不可再利用的元素中以_____最典型。

39. 影响根部吸收矿质元素的因素有_____、_____、_____、_____和_____。

40. 作物的营养最大效率期通常是_____。

四、选择题(单选或多选)

1. 建立矿质营养学说的科学家是(　　)。

A. van Helmont　　B. J. von Liebig　　C. W. Pfeffer　　D. J. von Sachs

2. 硒、钠、硅等元素一般属于(　　)。

A. 大量元素　　B. 微量元素　　C. 有利元素　　D. 有害元素

3. 植物生长发育所必需的矿质元素有(　　)。

A. 7 种　　B. 9 种　　C. 14 种　　D. 17 种

4. 占植物体干重(　　)以上的元素称为大量元素。

A. 百分之一　　B. 千分之一　　C. 万分之一　　D. 十万分之一

5. 植物生长发育所必需的微量元素是(　　)。

A. 铁　　B. 锰　　C. 铜　　D. 磷

6. 光合电子传递体质体蓝素所含的金属元素是(　　)。

A. Cu　　B. K　　C. Co　　D. Mn

7. 植物体内行使第二信使功能的金属离子是(　　)。

A. Ca^{2+}　　B. Mg^{2+}　　C. Mn^{2+}　　D. Fe^{3+}

8. 作为细胞壁结构成分的金属元素是(　　)。

A. K　　B. Ca　　C. Mn　　D. Mg

9. 促进光合产物运输的矿质元素有(　　)。

A. K　　B. P　　C. B　　D. Mg

10. 植物体内的生命元素是指(　　)。

A. N　　B. P　　C. Fe　　D. K

11. 参与生长素生物合成的元素是(　　)。

A. Mg　　B. Ca　　C. Zn　　D. Mn

12. 植物缺铁导致的病症是(　　)。

A. 幼叶失绿　　B. 老叶失绿　　C. 全株失绿　　D. 叶呈紫红色

13. 植物缺镁时表现的病症是(　　)。

A. 叶脉间缺绿　　B. 全叶缺绿　　C. 有坏死斑点　　D. 叶脉缺绿

14. 高等植物的嫩叶出现缺绿症,可能是缺乏了下列元素中的(　　)。

A. 镁　　B. 磷　　C. 硫　　D. 铁

15. 植物的肥料三要素是指(　　)。

A. C、H 和 O　　B. Fe、Mg 和 Cu　　C. B、Mo 和 Zn　　D. N、P 和 K

16. 下列化合物属于生理酸性盐的是(　　)。

A. $NaNO_3$　　B. NH_4NO_3　　C. $(NH_4)_2SO_4$　　D. NH_4Cl

17. 植物根部吸收离子较活跃的区域是(　　)。

A. 分生区　　B. 伸长区　　C. 根毛区　　D. 根冠

18. 植物细胞主动吸收矿质元素的主要特点是(　　)。

A. 消耗代谢能量　　B. 无选择性　　C. 逆浓度梯度吸收　　D. 需要转运蛋白参与

19. 影响植物根细胞主动吸收无机离子最重要的因素是(　　)。

A. 土壤溶液 pH　　B. 土壤氧气分压　　C. 土壤盐含量　　D. 土壤微生物

20. 植物吸收矿质元素和水分之间的关系是(　　)。

A. 正相关　　B. 负相关　　C. 既相关又相互独立　　D. 无相关性

21. 能发生拮抗作用的两种离子是(　　)。

A. Mg^{2+}、Ca^{2+}　　B. Ca^{2+}、K^+　　C. Cl^-、Br^-　　D. K^+、Na^+

22. 存在竞争作用的两种离子是(　　)。

A. Cl^- 和 Br^-　　B. Cl^- 和 NO_3^-　　C. Cl^- 和 Ca^{2+}　　D. Cl^- 和 Na^+

23. 植物细胞对离子吸收和运输时,膜上起电致质子泵作用的是(　　)。

A. NADH 脱氢酶　　B. 过氧化氢酶　　C. ATP 酶　　D. 磷酸酶

24. 植物体内参与循环的元素缺素症主要发生在(　　)。

A. 老叶　　B. 幼叶　　C. 落叶　　D. 病叶

25. 由于(　　)技术的大量使用,使植物细胞吸收矿物质研究有了突破性进展。

A. 电镜　　B. 冰冻蚀刻　　C. 膜片钳　　D. 同位素示踪

26. 土壤施用过多磷肥后,容易引起植物缺乏的元素是(　　)。

A. K　　B. Zn　　C. Mo　　D. N

27. 硝酸还原酶分子中含有(　　)。

A. FAD 和 Mn　　B. FMN 和 Mo　　C. FAD 和 Mo　　D. FMN 和 Mn

28. 植物体内氨基酸合成的主要方式有(　　)。

A. 还原氨基化作用　　B. 氨基交换作用　　C. 固氮作用　　D. 酰胺合成作用

29. 反映植株需肥情况最敏感的形态指标是(　　)。

A. 株高　　B. 节间长度　　C. 叶色　　D. 株型

30. 植物根部吸收的无机离子通过(　　)运输到地上部。

A. 韧皮部　　B. 质外体　　C. 胞间连丝　　D. 木质部

31. 生物固氮主要由下列(　　)实现的。

A. 非共生微生物　　B. 共生微生物　　C. 硝化细菌　　D. 反硝化细菌

32. 能反映水稻叶片氮素营养水平的氨基酸是(　　)。

A. 蛋氨酸　　B. 天冬酰胺　　C. 丙氨酸　　D. 甘氨酸

33. 在硝酸盐转化为铵盐的过程中,催化限速步骤的酶是(　　)。

A. 硝酸还原酶　　B. 亚硝酸还原酶　　C. 转氨酶　　D. 固氮酶

34. 能够引起果树的小叶病和丛叶症的矿质元素是(　　)。

A. 硼　　B. 铜　　C. 锰　　D. 锌

35. 豆科植物共生固氮作用中不可缺少的 3 种元素是(　　)。

A. 锰、铜、钼　　B. 锌、锰、铁　　C. 铁、钼、硫　　D. 氮、锌、硅

36. 进行植物溶液培养时,一般要求营养液 pH 控制在(　　)之间。

A. 4.5 ~ 5.5　　B. 5.5 ~ 6.5　　C. 6.5 ~ 7.5　　D. 7.5 ~ 8.5

37. 溶液培养法培养的番茄苗出现了生长点坏死和烂根现象,说明缺乏元素(　　)。

A. 氮　　B. 磷　　C. 钾　　D. 钙

38. 参与光合作用水光解的元素有(　　)。

A. Fe　　B. Cl　　C. Mn　　D. B

39. 水稻新叶生长过程中,可以从老叶中获得(　　)等元素。

A. N、P、K、Ca　　B. N、K、Mg、Fe　　C. N、P、K、Mg　　D. N、P、K、Mn

40. 在糖溶液中加少量(　　)后,单糖容易被叶表面吸收。

A. 硫酸盐　　B. 硝酸盐　　C. 硼酸盐　　D. 碳酸盐

41. 在叶肉细胞中亚硝酸盐还原成氨是在(　　)进行的。

A. 细胞质　　B. 叶绿体　　C. 线粒体　　D. 高尔基体

42. 高等植物体内氨转化成氨基酸,主要是由(　　)催化完成的。

A. 谷氨酸脱氢酶 B. 谷氨酰胺合成酶 C. 谷氨酸合酶 D. 转氨酶

43. 为了防止水稻、小麦后期贪青晚熟,在生长后期不能偏施( )。

A. 氮肥 B. 磷肥 C. 钾肥 D. 微肥

44. 追肥的生理指标是( )。

A. 细胞液浓度 B. 某些酶的活性 C. 叶绿素含量 D. 酰胺与淀粉含量

45. 追肥的形态指标是( )。

A. 节间长度 B. 作物长相 C. 作物长势 D. 叶色

五、是非判断题

1. 植物体内含量多的元素不一定都是必需元素。( )

2. 氮、磷、钾都是灰分元素。( )

3. 植物必需元素都是灰分元素。( )

4. 通过土培法就可以确定哪些元素是必需的元素。( )

5. 硼、钾、磷等矿质元素促进植物光合产物糖的运输。( )

6. 植物缺氮时幼叶首先变黄。( )

7. N、Mg、S、Mn 的缺乏都会引起缺绿症。( )

8. $NaNO_3$ 和 $Ca(NO_3)_2$,都属于生理碱性盐。( )

9. NO_2^- 的还原只在叶中进行,因为光反应形成的 Fd 是 NO_2^- 唯一的还原力。( )

10. 植物细胞内 ATP 酶活性与主动吸收无机离子量呈负相关。( )

11. 胞饮作用是细胞没有选择性地吸收物质的过程。( )

12. 根尖分生区的离子含量最高,该区域是植物吸收矿质元素最活跃区域。( )

13. 植物根部进行离子交换吸附速度很快,是需要消耗代谢能的过程。( )

14. 在外界溶液浓度较低的情况下,根对离子的吸收速率与溶液浓度呈正相关。( )

15. 作物的耐肥性与硝酸还原酶活性关系密切。( )

16. 在硝酸盐转化为铵盐的过程中硝酸还原酶是催化限速步骤。( )

17. 将硝酸盐还原成亚硝酸盐的过程,是在叶绿体中进行的。( )

18. 硝酸还原酶是一种适应酶,它受 NO_3^- 诱导,催化 $NO_3^- \rightarrow NO_2^-$ 的反应。( )

19. 细胞主动吸收驱使离子跨膜运输的动力是跨膜离子浓度梯度。( )

20. 植物根系吸收各离子的数量不与溶液中的离子浓度成比例。( )

21. 叶片吸收的离子是沿木质部向下运输的。( )

22. 植物吸收必需元素的量越多越有利于植物的生长发育。( )

23. 将水稻与小麦放在相同的营养液中培养,则其灰分中各元素的含量就会完全相同。( )

24. 谷氨酰胺合成酶与氨的亲和力比谷氨酸合酶对氨的亲和力高。( )

25. 转运蛋白参与的离子跨膜运输都属于主动运输。( )

26. 植物生长在单一盐溶液中会发生单盐毒害。( )

27. 必需元素的单一盐溶液不发生单盐毒害。( )

28. 酰胺是植物体内最常见、最有效的 NH_3 的贮藏形式。( )

29. 由于根外营养具有短时间内既能发挥肥效，而且用量少的优点，所以生产上可用其完全替代土壤施肥。(　　)

30. 在需肥临界期作物对于营养元素缺乏特别敏感，此时缺肥将显著影响作物生长及最终产量。(　　)

31. 温度越高，细胞膜的透性就越高，也就越有利于矿质元素的吸收。(　　)

32. 植物体内的钾一般不形成稳定的结构物质。(　　)

33. 水稻和小麦的营养最大效率期是在拔节期。(　　)

34. 合理施肥主要是通过增强光合作用来增加干物质积累，提高产量。(　　)

35. 合理施肥增加作物产量的原因是直接的。(　　)

六、简答题

1. 如何确定某种元素是否为必需元素？确定的标准是什么？

2. 溶液培养法有哪些类型？用溶液培养植物时应注意哪些事项？

3. 为什么说氮是生命元素？

4. 植物的生命活动需要哪些必需元素？概述它们在植物体内的主要生理作用。

5. 喷硼为什么可以促进开花结实？

6. 植物细胞吸收矿质元素的方式有哪些？

7. 比较被动吸收、简单扩散和易化扩散有何异同？

8. 主动吸收、初级主动转运和次级主动转运有何区别？

9. 为什么说主动吸收与被动吸收都有膜传递蛋白的参与？

10. 简述植物吸收矿质元素的特点。

11. 简述根部吸收矿质元素的过程。

12. 设计一个实验，证明植物根系吸收矿质元素是主动的生理过程。

13. 土壤温度过低，对植物吸收矿质元素有何影响？

14. 土壤通气不良对作物吸收肥料会产生怎样的影响？

15. 如何判断某田地里的作物是否需要施肥？

七、论述题

1. 矿质元素在光合作用中的生理作用如何？

2. 高等绿色植物是怎样将硝酸根离子还原为氨基酸的？

3. 土壤溶液的 pH 对根系吸收矿质元素有何影响？

4. 试述植物细胞对矿质元素的被动吸收和主动吸收的机制。

5. 钼肥能提高豆科植物产量的原因是什么？

6. 植物失绿(发黄)的可能原因有哪些？

7. 合理施肥为什么能使农作物增产？

3.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 必需元素(essential element)：是指在植物完成生活史中，起着不可替代的直接生理作用

的、不可缺少的元素。

2. 矿质元素(mineral element):将干燥植物材料燃烧后,剩余一些不能挥发的物质,称为灰分;组成灰分的元素,称为灰分元素(ash element),它们直接或间接来自土壤矿质,故又称矿质元素。

3. 大量元素(major element):在植物体内含量较多,占植物体干重达千分之一以上的元素。包括碳、氢、氧、氮、磷、硫、钾、钙、镁等9种元素。

4. 微量元素(minor element,microelement):植物体内含量甚微,占植物体干重达万分之一以下,稍多即会发生毒害的元素。包括铁、锰、铜、锌、硼、钼、氯、镍等8种元素。

5. 膜片钳技术(patch clamp technique,PCT):指使用微电极从一小片细胞膜上获取电子信息,测量通过膜的离子电流大小的技术。

6. 易化扩散(facilitated diffusion):又称协助扩散。是小分子物质经膜转运蛋白顺化学势梯度或电化学势梯度跨膜运转过程。膜运转蛋白可分为通道蛋白和载体蛋白。

7. 营养膜技术(nutrient film technique):是一种营养液循环的液体栽培系统,该系统通过让流动的薄层营养液流经栽培槽中的植物根系来培养植物。

8. 砂培法(sand culture method):也称砂基培养法。在洗净的石英砂或玻璃球等惰性支持物质中,加入营养液培养植物的方法。

9. 气培法(aeroponics):将植物根系置于营养液雾气中培养植物方法。

10. 水培法(water culture method):也称溶液培养法、无土栽培法。是在含有植物所需的全部或部分营养元素,并具有适宜pH的溶液中培养植物的方法。

11. 胞饮作用(pinocytosis):吸附在质膜上的物质,通过膜的内折而转移到细胞内的攫取物质及液体的过程。

12. 叶片营养(foliar nutrition):也称根外营养,是指植物地上部分,尤其是叶片对矿质元素的吸收过程。

13. 离子的被动吸收(ion passive absorption):是指细胞通过扩散作用或其他物理过程而进行的矿物质吸收,也称非代谢吸收。

14. 离子的主动吸收(ion active absorption):细胞利用呼吸释放的能量逆电化学势梯度吸收矿质元素的过程。

15. 平衡溶液(balanced solution):将植物必需的各种元素按一定比例、一定浓度配成混合溶液,对植物生长发育有良好作用而无毒害的溶液,叫平衡溶液。

16. 离子对抗(ion antagonism):也称离子拮抗,就是在发生单盐毒害的溶液中加入少量价数不同的其他金属离子,即能减轻或消除这种单盐毒害,离子之间的这种作用称为离子对抗。

17. 单盐毒害(toxicity of single salt):植物培养在单种盐溶液中(即溶液中只含有一种金属离子)所引起的毒害现象。

18. 生理中性盐(physiologically neutral salt):对于NH_4NO_3,植物吸收其阴离子与阳离子的量几乎相等,不改变周围介质的pH,故称这类盐为生理中性盐。

19. 生理碱性盐(physiologically alkaline salt):植物根系从溶液中有选择地吸收阴离子后使溶液酸度降低的盐类。如对于$NaNO_3$,根系对于NO_3^-吸收多于Na^+,由于NO_3^-同OH^-或

HCO_3^- 交换吸附，导致溶液 pH 升高，这种盐类叫生理碱性盐。

20. 生理酸性盐(physiologically acid salt)：植物根系从溶液中有选择地吸收阳离子后使溶液酸度增加的盐类。如对于 $(NH_4)_2SO_4$，根系对于 NH_4^+ 吸收多于 SO_4^{2-}，由于 NH_4^+ 同 H^+ 交换吸附，导致溶液变酸，这种盐类叫生理酸性盐。

21. 表观自由空间(apparent free space，AFS)：指植物体自由空间体积占组织总体积的百分数。

22. 交换吸附(exchange absorption)：植物根表面细胞通过 H^+ 和 HCO_3^- 分别与溶液中的阳离子和阴离子交换吸附在细胞表面的过程叫交换吸附。

23. 生物固氮(biological nitrogen fixation)：某些微生物把空气中游离氮固定转化为含氮化合物的过程。

24. 还原氨基化作用(reduced amination)：还原氨直接使酮酸氨基化而形成相应氨基酸的过程。

25. 初级共运转(primary cotransport)：质膜 H^+ - ATPase 把细胞质基质的 H^+ 向膜外泵出的过程。又称为初级主动转运。初级主动转运在能量形式上把化学能转为渗透能。

26. 次级共运转(secondary cotransport)：也叫次级主动转运，以 $\Delta\mu_{H^+}$ 作为驱动力的跨膜离子转运。离子的次级共运转使质膜两边的渗透能增减，而这种渗透能是离子或中性分子跨膜运输的动力。

27. 质子泵(proton pump)：质膜上的 H^+ - ATP 酶分解 ATP，将 H^+ 从细胞内侧向细胞外侧泵出，使质膜两侧产生电化学势梯度。

28. 转运蛋白(transport protein)：具有物质转运功能的膜内在蛋白的统称。包括通道蛋白和载体蛋白。

29. 反向转运体(antiporter)：将 H^+ 转移到膜的一侧的同时，将物质转移到另一侧而进行跨膜物质转运的载体蛋白叫反向转运体。

30. 同向转运体(symporter)：膜的一侧与 H^+ 结合的同时又与另一种分子或离子结合并将二者横跨膜，释放到膜的另一侧而进行跨膜物质转运的载体蛋白叫同向转运体。

31. 单向转运体(uniporter)：载体蛋白在膜的一侧与物质有特异性结合并通过载体蛋白的构象变化顺着电化学势梯度将物质转移到膜的另一侧。载体蛋白构象变化依靠膜电位的过极化或 ATP 分解产生的能量。

32. 载体蛋白(carrier protein)：又称转运体、透过酶、运输酶。是一种跨膜物质运输蛋白。载体蛋白属膜内在蛋白，它有选择性地在膜一侧与分子或离子结合，形成载体 - 物质复合物，通过载体蛋白构象变化，透过膜把物质释放到膜的另一侧。

33. 通道蛋白(channel protein)：是细胞膜中一类内在蛋白构成的孔道。通道蛋白可由化学方式及电化学方式激活，控制离子通过细胞膜顺电化学势梯度流动。

34. 钙泵(calcium pump)：又称 Ca^{2+} - ATP 酶，它催化质膜的 ATP 水解，释放能量，驱动细胞内的钙离子泵出细胞。

35. 有益元素(beneficial element)：也称有利元素。指对某些植物生长发育起有益作用，如钠、硅、硒等。

36. 可再利用元素(repetitious use element)：也称参与循环元素。某些元素进入植物地上部

分以后，仍呈离子状态或形成不稳定的化合物，可不断分解，释放出的离子又转移到其他器官中去，可反复被利用，称这些元素为可再利用元素。如：氮、磷、钾。

37. 诱导酶(induced enzyme)：又称适应酶，指植物体内本来不含有，但在特定外来物质的诱导下而生成的酶。如硝酸还原酶可为 NO_3^- 所诱导生成。

38. 缺素症(element deficiency symptom)：当植物缺乏某些营养元素时表现出的特征性病症。

39. 植物营养最大效率期(maximum efficiency period of plant nutrition)：又称最高生产效率期。在作物生育期当中施肥的营养效果最佳时期叫营养最大效率期。

40. 植物营养临界期(critical period of plant nutrition)：又称需肥临界期。在作物生育期当中对矿质元素缺乏最敏感时期称为植物营养临界期。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. NiR：亚硝酸还原酶
2. NR：硝酸还原酶
3. GS：谷氨酰胺合成酶
4. GDH：谷氨酸脱氢酶
5. GOGAT：谷氨酸合酶
6. Fe_4-S_4：铁-硫簇
7. Fe-EDTA：乙二胺四乙酸铁盐
8. AFS：表观自由空间
9. PCT：膜片钳技术
10. FAD：黄素腺嘌呤二核苷酸
11. NFT：营养膜技术
12. Fd：铁氧还蛋白
13. WFS：水自由空间
14. Ca^{2+}-ATPase：钙泵
15. H^+-ATPase：质子泵
16. GSH：还原型谷胱甘肽
17. APS：腺苷酰硫酸
18. PPi：焦磷酸
19. Asp-AT：天冬氨酸转氨酶
20. AS：天冬酰胺合成酶

三、填空题

1. 70 多种　14 种
2. 9　8
3. 水培法　砂培法
4. 钙调素
5. Fe　Mo
6. Mo　FAD　$Cytb_{557}$
7. Ni

8. Cu

9. 铁－硫簇(Fe_4-S_4) 西罗血红素

10. Mn Cl Ca

11. K P B

12. 硼(B)

13. 化学分析诊断法 加入诊断法 病症诊断法

14. Zn

15. 老

16. 烂根 地上部丛生

17. 硼(B)

18. 氮

19. 底物 诱导物

20. K^+通道 Cl^-通道 Ca^{2+}通道

21. 化学势 电势

22. J. Liebig

23. 竞争效应 饱和效应

24. 快 还原力

25. 被动吸收 主动吸收 胞饮作用

26. 通过土壤溶液获得 吸附在土壤胶体表面的离子交换而获得 分泌有机酸溶解土壤难溶盐而获得

27. 木质部 韧皮部

28. 韧皮部

29. 既相互依赖又相互独立过程

30. 根尖的根毛区

31. 大分子物质 液体

32. 硝酸还原酶

33. 亚硝酸还原酶

34. 初级主动转运 电化学势梯度 次级主动转运

35. 增大 下降

36. 代谢较旺盛

37. 还原氨基化作用 氨基交换作用

38. 氮 磷 钙

39. 土壤通气状况 土壤溶液浓度 土壤溶液 pH 土壤温度 离子间相互作用

40. 生殖生长时期

四、选择题(单选或多选)

1. B	2. C	3. C	4. B	5. A、B、C	6. A	7. A
8. B	9. A、B、C	10. A	11. C	12. A	13. A、C	14. C、D
15. D	16. C、D	17. C	18. A、C、D	19. B	20. C	21. B

22. A 23. C 24. A 25. C 26. D 27. C 28. A、B
29. C 30. D 31. A、B 32. B 33. A 34. D 35. C
36. B 37. D 38. B、C 39. C 40. C 41. B 42. B、C、D
43. A 44. B、D 45. B、C、D

五、是非判断题

1. (√) 2. (×) 3. (×) 4. (×) 5. (√) 6. (×) 7. (√)
8. (√) 9. (×) 10. (×) 11. (√) 12. (×) 13. (×) 14. (√)
15. (√) 16. (√) 17. (×) 18. (√) 19. (×) 20. (√) 21. (×)
22. (×) 23. (×) 24. (√) 25. (×) 26. (√) 27. (×) 28. (√)
29. (×) 30. (√) 31. (×) 32. (√) 33. (×) 34. (√) 35. (×)

六、简答题

1. 答:确定植物必需矿质元素的可靠方法应该是,在人为严格控制各种元素组成的植物生长环境(如培养基、培养液等)条件下,分析每种元素的存在与否对植物生长发育的影响。溶液培养法是在含有全部或部分营养元素的溶液中培养植物的方法。通过人为控制培养液的成分,如除去或添加某种元素后,观察分析所培养植物生长发育的变化情况,从而判断植物所必需的矿质元素的种类和数量,这是确定植物必需矿质元素的有效的研究方法。如果在培养液中除去某一元素导致植物生长发育不良,并出现特有的病症,而当加入该元素后症状又消失,则说明该元素为必需元素。如果从培养液中除去某一元素对植物的生长发育无明显的不良影响,且植物也不表现明显的病症,则该元素不是植物的必需元素。

确定植物必需元素有3个标准:① 缺乏该元素,植物生长发育受到限制而不能完成其生活史。② 缺少该元素,植物会表现出专一的病症,只有加入该元素方可预防或消除此病症。③ 该元素的生理作用是直接的,而不是因土壤、培养液或介质的物理、化学或微生物条件所引起的间接效果。

2. 答:溶液培养法的类型有砂基培养法、气培法、营养膜法等。应注意:① 配制平衡营养溶液。② 注意溶液的pH等。③ 保证营养液通气良好。④ 容器不宜透光。⑤ 在研究营养液配方或某些元素的缺乏病症时,必须保证所用的试剂、容器、介质、水等纯净。⑥ 经常更换或补充营养液。⑦ 种子需消毒。⑧ 对于种子较大的植物,应注意种子内部原有营养物的影响。

3. 答:氮在植物生命活动中占据重要地位,它是植物体内生物大分子和许多生物活性物质的组成成分,如核酸(DNA、RNA)、蛋白质(包括酶)、磷脂、叶绿素、光敏色素、维生素、IAA、CTK、生物碱等都含有氮。同时,氮也是参与物质代谢和能量代谢的ADP、ATP、CoA、CoQ、FAD、FMN、NAD^+、$NADP^+$、铁卟啉等物质的组分。上述物质有些是生物膜、细胞质、细胞核的结构物质,有些是调节生命活动的生理活性物质。因此,氮是建造植物体的结构物质,也是植物体进行能量代谢、物质代谢及各种生理活动所必需的重要元素。

4. 答:植物的生命活动需要17种必需元素,即9种大量元素(C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S),和8种微量元素(Fe、Mn、B、Zn、Cl、Mo、Cu、Ni)。它们在植物体内的主要生理作用总体上可以概括为4个方面:① 是细胞结构物质的组成部分。② 是植物生命活动的调节者,参与酶的活动。③ 起电化学作用,即离子浓度的平衡、胶体的稳定和电荷中和等。有些大量元素同时具备上述

两三个作用，大多数微量元素都具有酶促功能。④ 作为重要的细胞信号转导信使，如 Ca^{2+} 等。

5. 答：硼是一种微量元素，有多方面的生理功能，如提高光合作用强度，促进糖分的运输和分配，提高植物对磷的吸收利用等，但最突出的生理功能是促进开花结实。我国某些地区，曾出现过大面积的油菜“花而不实”，及棉花的“蕾而不花”等现象，在生产上造成很大的损失。经过喷硼后，消除了这些病症，取得了较好的收成。硼促进开花结实的原因，在于其促进花粉发育和受精作用。缺硼的植株，花药和花丝萎缩，绒毡层组织被破坏，花粉发育不良。硼营养好的植株，花粉发育好，花粉管生长快、受精顺利、受精后的子房发育正常，结实率高。

6. 答：植物细胞吸收矿质元素的方式有：

（1）被动吸收　包括简单扩散、易化扩散。不消耗代谢能量。

（2）主动吸收　有载体和质子泵参与。需要消耗代谢能量。

（3）胞饮作用　是一种非选择性物质吸收。

7. 被动吸收、简单扩散和易化扩散异同点如下。

被动吸收是指细胞对矿质元素的吸收不需要代谢能量直接参与，离子顺着电化学势梯度转移的过程。单纯扩散和易化扩散是被动吸收的两种形式。溶液中的溶质从浓度较高的区域直接跨膜移向浓度较低的邻近区域即为单纯扩散，不需要膜上的转运蛋白，细胞内外浓度梯度是单纯扩散的主要决定因素。易化扩散需要借助于膜上的转运蛋白，顺浓度梯度或电化学势梯度进行跨膜转运溶质，它包括通道运输和载体运输两种形式。

8. 答：主动吸收、初级主动转运和次级主动转运的区别如下。

主动吸收是指植物细胞利用代谢能量逆电化学势梯度吸收矿物质的过程。初级主动转运和次级主动转运是主动吸收的两种形式。H^+ - ATP 酶直接利用（水解）ATP 逆着电化学势梯度转运 H^+ 的过程叫做初级主动转运，由它所建立的跨膜电化学势梯度驱动其他无机离子或小分子有机物的跨膜转运，称为次级主动运输，是间接利用能量转运离子的过程。次级主动运输实际上是一种共运输过程，即两种离子同时被跨膜运输。

9. 答：主动吸收与被动吸收都有膜传递蛋白的参与。主动吸收是指植物细胞利用代谢能量逆电化学势梯度吸收矿物质的过程。主动吸收必须借助于 H^+ - ATP 酶（质子泵）催化水解 ATP 的功能，在膜的内外两侧形成跨膜 H^+ 电化学势梯度，即 pH 梯度和电位差，进而驱动离子借助于质子泵或载体蛋白，进行跨膜转移。

被动吸收包括单纯扩散和易化扩散，带电荷的离子不易通过膜脂质双分子层，必须借助膜上的转运蛋白（通道蛋白、载体蛋白）通过易化扩散来实现离子的跨膜转运。可见，主动吸收与被动吸收都有膜传递蛋白的参与。

10. 答：植物根系吸收矿质元素的特点如下。

（1）植物根系吸收盐分与吸收水分之间不成比例。植物对盐分和水分的吸收是相对的，两者既相关，又有相对独立性。盐分溶解于水中随水分吸收而更容易被吸入，但根系吸收水分通常以被动吸收为主，而矿质元素的吸收则以主动吸收为主。

（2）植物对离子的吸收具有选择性，即根部吸收的离子数量不与溶液中的离子浓度成比例。

（3）植物根系在任何单一盐分溶液中都会发生单盐毒害，在发生单盐毒害的溶液中，如再加入少量价数不同的其他金属离子，则能减弱或消除单盐毒害，即离子对抗。

11. 答：植物根部吸收矿质元素的过程如下。

(1) 通过离子交换吸附,把离子吸附在根部细胞表面。

(2) 离子进入根内部。离子由根部表面进入根内部可通过质外体,也可通过共质体。质外体运输只限于根的内皮层以外;离子通过内皮层进入导管,则只有经过共质体途径才能实现。共质体运输是离子通过膜系统(内质网等)和胞间连丝,从根表皮细胞经过内皮层进入木质部。

(3) 离子进入导管。可能是主动地、有选择性地从导管周围薄壁细胞向导管排入,也可能是离子被动地随水分的流动而进入导管。

12. 答:证明植物根系吸收矿质元素是主动的生理过程的实验设计如下。

(1) 用放射性同位素(如^{32}P)示踪。用^{32}P饲喂根系,然后用呼吸抑制剂处理根系,在呼吸抑制剂处理前后测定地上部分^{32}P的含量,可知呼吸被抑制后,^{32}P的吸收即减少。

(2) 测定溶液培养植株根系对矿质吸收量与蒸腾速率之间不成比例,说明根系吸收矿质元素有选择性,是主动的生理过程。

(3) 冰冻法 冰冻根际,检测处理前后伤流液中的离子含量,发现经冰冻处理后,抑制了根系对矿质的吸收。

13. 答:土壤温度过低,对植物吸收矿质元素有以下影响。

在一定范围内,随着温度的升高,根系吸收矿质元素的速率增大,因为温度影响根系呼吸作用,从而影响其主动吸收。温度低时,呼吸代谢弱,能量不足,主动吸收慢;细胞质黏性增大,离子进入困难。其中,对钾和硅酸的吸收影响最大。

14. 答:土壤通气不良对作物吸收肥料会产生重要影响。植物根系吸收矿质元素与呼吸作用密切相关,因此,土壤通气状况能直接影响根对矿质元素的吸收。土壤通气好可加速气体交换,从而增加O_2,减少CO_2的积累,增强呼吸作用和ATP的供应,促进根系对矿质元素的吸收。氧气不足,根系的有氧呼吸受阻,能量产生少,影响主动吸收肥料。此外,土壤通气不良,造成厌氧微生物的活动加强,分解有机物并放出CO_2,CO_2在土壤中大量积累,也将抑制根系的呼吸。在冷水田和低洼烂泥田中,由于地下水位高,土壤通气不良,造成根系无氧呼吸。长时间无氧呼吸,一方面产生的能量少,另一方面,积累大量乙醇或产生H_2S等还原性物质,对根产生毒害作用,影响生长,甚至引起烂根和死根。因此,加强旱地中耕松土和水田落干晒田是增加土壤通气,促进根系发育和吸收肥料的重要措施。

15. 答:田地里的作物是否需要施肥可以根据形态指标和生理指标来判断。反映植株需肥情况的外部性状称为施肥的形态指标,如作物的长相(株型)、长势(生长速度)、叶色等。例如,氮肥多时,植株生长快,叶片大而软,株型松散;氮肥不足时,生长慢,叶片小而直,株形紧凑。叶色深,表明氮和叶绿素含量高;叶色浅,则二者含量均低。其次,叶色可反映植株代谢类型。叶色深,反映体内蛋白质合成多,以氮代谢为主;叶色浅,反映体内蛋白质合成少,糖类合成多,植株以碳代谢为主。反映作物需肥情况的生理生化变化称为施肥的生理指标。如测定叶绿素和酰胺的含量可以判定氮素的供给情况,测定抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶的活性,可以推测铜的含量;测定过氧化物酶和过氧化氢酶活性,可以推测铁的含量;测定硝酸还原酶的活性,能够判断钼的营养状况等。总之,根据某些酶活性的变化,便可以推测植物体内相应的营养水平,从而指导施肥。此外,氮肥不足往往会引起水稻、小麦叶鞘中积累淀粉,因此也可通过测定叶鞘中淀粉的含量,来指导这些作物的氮肥供给。

七、论述题

1. 答:矿质元素在光合作用中的功能极为广泛,归纳起来有以下几方面。

(1) 叶绿体结构的组成成分 如 N、P、S、Mg 是构成叶绿素、蛋白质以及光合膜不可缺少的元素。

(2) 电子转运体的重要成分 如 PC(质体蓝素)中含 Cu,Fe-S 中心、Cytb、Cytf 和 Fd 中都含有 Fe,因而缺 Fe 会影响光合电子传递。

(3) 磷酸基团在光、暗反应中具有突出地位 如,构成同化力的 ATP 和 NADPH。光合碳还原循环中的某些中间产物、合成淀粉的前体 ADPG、合成蔗糖的前体 UDPG 等,都含有磷酸基团。

(4) 光合作用所必需的辅酶或调节因子,如 Rubisco,FBPase 的活化需要 Mg^{2+};放氧复合体不可缺少 Mn^{2+} 和 Cl^-,而 K^+、Ca^{2+} 调节气孔开闭。

另外,Fe^{3+} 影响叶绿素的合成;K、B、P 促进光合产物的转化与运输;Zn^{2+} 是碳酸酐酶的主要成分,影响光合作用 CO_2 的吸收;Ni 促进叶绿素的合成等。

2. 答:高等绿色植物将硝酸根离子还原为氨基酸的过程如下。

植物吸收 NO_3^- 后,可以在根部或枝叶内还原。在根内及枝叶内还原所占的比值,因不同植物及环境条件而异,NO_3^- 供应少时,主要在根中进行,NO_3^- 量较大而根中还原力不足时,NO_3^- 可上运到叶片进行还原;但有些植物,如苍耳等全在根中进行还原。根吸收的 NO_3^- 通过共质体径向运输,即根的表皮→皮层→内皮层→中柱薄壁细胞→导管,然后再通过木质部导管随蒸腾流从根转运到枝叶内被还原成为氨。在光合细胞内,硝酸根还原为亚硝酸根是在硝酸还原酶催化下在细胞质内完成的,由 NAD(P)H 提供电子和 H^+;亚硝酸根还原为氨则是在亚硝酸还原酶催化下在叶绿体内完成的,由 Fd 提供电子。形成的氨再通过谷氨酰胺合成酶转给谷氨酸形成谷氨酰胺,谷氨酰胺进一步在谷氨酸合酶的催化下形成谷氨酸,谷氨酸可以通过转氨作用或氨基交换作用形成天冬氨酸。谷氨酸和天冬氨酸都可进一步进入氨基酸或蛋白质代谢途径。

3. 答:土壤溶液的 pH 对根系吸收矿质元素的影响如下。

(1) 直接影响 由于组成细胞质的蛋白质是两性电解质,在弱酸性环境中,氨基酸带正电荷,易于吸附外界溶液中阴离子。在弱碱性环境中,氨基酸带负电荷,易于吸附外界溶液中的阳离子。

(2) 间接影响 土壤溶液碱性反应加强时 Fe、Ca、Mg、Zn 呈不溶解状态,能被植物利用的量极少。在酸性环境中 P、K、Ca、Mg 等溶解,但易被雨水冲走使植物来不及吸收,造成缺乏;而 Fe、Al、Mn 的溶解度加大,植物会受毒害。酸性环境还会造成根瘤菌死亡,使固氮菌失去固氮能力。

4. 答:植物细胞对矿质元素的被动吸收和主动吸收的机制分别叙述如下。

(1) 被动吸收 是指细胞不消耗代谢能量,通过扩散作用或其他物理过程而进行的吸收。不带电的分子可以穿过膜的脂质双分子层,以简单扩散方式进入细胞,扩散动力是膜两侧该物质的化学势差。带电荷的离子不能穿过膜的脂质双分子层,其扩散需要转运蛋白质的协助,所以叫协助扩散或易化扩散,扩散动力是这些离子在膜两侧的电化学势差。离子通道运输就是离子顺着电化学势梯度,通过质膜上由通道蛋白构成的孔道,以易化扩散的方式,被动地单方向地跨膜运输。单向转运载体也可以催化离子顺着电化学势梯度跨膜运输。

(2) 主动吸收 是指细胞利用代谢能量逆着浓度梯度吸收矿质元素的过程。主动吸收需要

转运蛋白的参与。转运蛋白有通道蛋白和载体蛋白之分。载体蛋白又分为单向转运载体、同向转运载体和反向转运载体。单向转运载体催化分子或离子单向跨膜运输,可以是主动的,也可以是被动的。质膜上已知的单向转运载体有 Fe^{2+}、Zn^{2+}、Mn^{2+}、Cu^{2+} 等载体;同向转运载体在与 H^+ 结合的同时,又与另一个分子或离子(如:Cl^-、NO_3^-、NH_4^+、$H_2PO_4^-$、SO_4^{2-}、氨基酸、肽、蔗糖、己糖等)结合,同一方向转运;反向转运载体是与 H^+ 结合的同时与其他分子或离子(如:Na^+)结合,两者朝相反方向转运。同向转运和反向转运都是逆着电化学势梯度进行的主动转运过程,其所需能量来自于跨膜 H^+ 电化学势梯度,即质子动力势($\Delta\mu_{H^+}$)。H^+ 电化学势梯度是质子泵利用 ATP 的能量跨膜转运 H^+ 而建立的,这一过程叫初级主动转运。利用已经建立的质子动力势,跨膜运输物质的过程叫次级主动转运或叫次级共运转。离子也可以通过离子泵(如钙泵)跨膜运输。

5. 答:钼肥能提高豆科植物产量的原因分析如下。

给豆科植物叶面喷钼,或根部施钼肥,都能促进植株生长发育和增加产量。据研究,给大豆施钼肥,开花期和成熟期均提早,结荚数提高 21% ~28%,三粒荚数增多,占总荚数的 25% ~46%,千粒重也增加,可增产 30% ~50%。钼肥增产的原因:

(1) 钼是植物同化硝态氮的必需元素。豆科植物的根系吸收硝态氮后,必须还原为氨态氮,才能为植株所利用,进而合成氨基酸和蛋白质。因为硝态氮还原成氨态氮时,需要硝酸还原酶催化,而钼是硝酸还原酶的组成成分,施用钼肥可使硝态氮还原,豆科植物就能有效利用。

(2) 钼是豆科植物固氮作用所必需的元素。豆科植物根瘤中产生的固氮酶,是由铁蛋白和钼铁蛋白两部分组成。钼铁蛋白中,除含铁外,还含钼。钼供应充足时,根瘤形成快,酶的活力高,固定的氮素也多,为豆科植物提供了丰富的氮素营养,因而促进了植株的生长发育,提高了产量。

6. 答:植物失绿(发黄)的可能原因分析如下。

植物呈现绿色是因其细胞内的叶绿体中含有绿色的叶绿素,因而凡是影响叶绿素代谢的因素都会引起植物失绿。可能的原因有:

(1) 营养元素 氮和镁都是叶绿素的组成成分,铁、锰、铜、锌等则在叶绿素的生物合成过程中有催化功能或其他间接作用。因此,缺少这些元素时都会引起缺绿症,其中尤以氮的影响最大,因此叶色的深浅可作为衡量植株体内氮素水平高低的标志。

(2) 光 光是影响叶绿素形成的主要条件。从原叶绿素酸酯转变为叶绿素酸酯需要光,而光过强,叶绿素反而会受光氧化而破坏。

(3) 温度 叶绿素的生物合成是一系列酶促反应,受温度影响很大。叶绿素形成的最低温度约为 2℃,最适温度约 30℃,最高温度约 40℃。高温和低温都会使叶片失绿。高温下叶绿素分解加快,褪色更快。

(4) 氧 缺氧能引起 Mg - 原卟啉或Ⅸ或 Mg - 原卟啉甲酯的积累,影响叶绿素的合成。氧过多会形成超氧自由基,从而破坏光合器官。

(5) 水 缺水不但影响叶绿素的生物合成,而且还促使原有叶绿素加快分解。此外,叶绿素的形成还受遗传因素控制,如水稻、玉米的白化苗以及花卉中的斑叶不能合成叶绿素。

7. 答:合理施肥能使农作物增产的原因分析如下。

肥料是作物的粮食。合理施肥,能使作物生长发育良好,产量增加。从植物生理方面分析,施肥增产的原因主要有以下几方面。

(1) 增加光合面积　合理增施氮、磷肥料,可以迅速扩大光合作用面积。

(2) 提高光合能力　在叶面积相同的情况下,光合能力强的作物,产量也相应增加。为了尽可能提高作物的光合能力,应注意氮、磷、钾三要素的配合施用,同时还要注意适当施用一些微量元素,如铁、镁、氯、锌、铜、钼等。

(3) 延长光合作用时间　叶片寿命长时,进行光合作用的时间也长,积累的干物质多,单位面积产量必然增加。如果缺乏肥料,特别是氮肥不足,叶片容易早衰凋落,缩短了光合作用时间。

(4) 促进物质运输和分配,如钾、磷、硼等　合理施用水肥,可以调节光合产物向生殖器官运输分配,使作物穗大粒多,降低花、果脱落率,增加经济产量。

(5) 改良作物的生活环境　利用秸秆还田或增施有机肥,可以改良土壤结构、防止土壤板结,增进土壤微生物活动。有了良好的土壤环境,作物才能生长得更健壮。

3.5 启发性思考题

长期大量施用氮、磷等化肥,会对土壤的可持续利用造成怎样的危机?请你设计一个合理的解决方案。

第4章　植物的呼吸作用

4.1　学习内容要求

4.1.1　了解内容

1. 植物呼吸作用的概念。
2. 植物呼吸代谢途径的多样性及其主要生物化学过程。
3. 植物呼吸代谢与物质转化。
4. 植物呼吸作用的调节。

4.1.2　熟悉内容

1. 植物呼吸代谢途径的生物学意义。
2. 植物呼吸代谢能量的贮存和利用。
3. 氧化磷酸化。

4.1.3　掌握内容

1. 植物呼吸作用的生理意义。
2. 呼吸链末端氧化系统及抗氰呼吸。
3. 植物呼吸作用的指标及影响因素。
4. 植物呼吸作用与农业生产。

4.2　学习内容提要

4.2.1　基本内容

1. 植物呼吸作用的概念及类型

呼吸作用是生活细胞内的有机物，在一系列酶的参与下，逐步氧化分解为简单的无机物，并释放能量的过程。依据呼吸过程中是否有氧参与，可分为有氧呼吸和无氧呼吸两大类型。有氧呼吸是指生活细胞在氧参与下，将某些有机物彻底氧化分解生成二氧化碳和水，并释放能量的过程。无氧呼吸是指生活细胞在无氧条件下，把某些有机物分解成为不彻底的氧化产物，同时释放部分能量的过程。在正常情况下，有氧呼吸是高等植物进行呼吸的主要形式，然而，在某些缺氧条件下，也会被迫进行无氧呼吸。植物长期进行无氧呼吸，会由于毒物（如酒精）的累积、有机物

大量消耗、能量不足、生物合成原料不足而生长发育不良,甚至死亡。

2. 植物呼吸作用的生理意义

呼吸作用是高等植物生命活动的中心,呼吸作用一旦停止,就意味着死亡。

(1) 为植物生命活动提供能量 呼吸作用过程中释放出的能量通过氧化磷酸化作用生成ATP,供植物体内细胞分裂、矿质营养的吸收和运输、物质合成、运动等生命活动的需要。

(2) 为植物体内重要有机物质合成提供原料 呼吸作用在分解有机物过程中生成的许多中间产物,如丙酮酸、苹果酸等是植物体内蛋白质、脂质、核酸等重要有机物质合成的原料。所以,呼吸作用是植物体内物质代谢的中心。

(3) 为植物体内代谢活动提供还原力(NADH、NADPH),用于糖类、脂质、蛋白质合成过程等。

(4) 可以增强植物的抗病免疫能力。植物呼吸作用加强,有利于氧化分解病菌分泌的有毒物质,有利于伤口愈合及杀菌物质生成。

3. 植物呼吸代谢的多样性

植物呼吸代谢的多样性是植物在长期进化过程中形成的一种对多变环境的适应性表现。其内容包括3个多样性。

(1) 植物呼吸化学途径的多样性 植物体内的有氧呼吸包括有糖酵解、三羧酸循环、戊糖磷酸途径等。无氧呼吸包括酒精发酵、乳酸发酵。有氧呼吸和无氧呼吸的共同前期途径是糖酵解。糖酵解-三羧酸循环是植物体内最主要的呼吸代谢途径。在植物衰老时,戊糖磷酸途径会加强;植物感病时,跃变型果实抗氰呼吸会加强;在缺氧时,会启动发酵途径。

(2) 植物呼吸链电子传递途径多样性 包括电子传递主路细胞色素氧化酶系统、抗氰支路等。

(3) 植物呼吸作用末端氧化系统多样性 包括细胞色素氧化酶、抗氰氧化酶、酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶和乙醇酸氧化酶。

植物依赖于呼吸代谢多样性,适应于复杂、多变的环境条件。

4. 电子传递与氧化磷酸化

呼吸链是指按一定顺序排列互相衔接传递质子和电子到分子氧的一系列呼吸传递体的总轨道。呼吸链传递体可分为两大类:氢传递体和电子传递体。呼吸链由4种酶复合体组成,另外还有一种ATP合酶复合体。在生物氧化过程中,传递体可以把代谢物脱下的NADH、$FADH_2$中的电子有序地传递给氧分子生成水。在电子传递的同时,偶联ADP和Pi生成ATP,即氧化磷酸化作用。其机制可以用化学渗透假说加以解释。它是需氧生物合成ATP的主要途径。氧化磷酸化的活力指标是P/O比。

5. 呼吸代谢能量的贮存和利用及调节

在植物呼吸代谢中,伴随着有机物的氧化分解,贮存在有机物中的能量逐步释放出来,除一部分以热能散失外,其余部分则以高能键的形式贮存起来。植物体内的高能键主要是高能磷酸键如ATP,其次是硫酯键如乙酰CoA,这些高能化合物发生分解时,其能量可供植物生命活动所需用。此外,底物水平磷酸化也可以形成ATP。高等植物中1 mol葡萄糖经糖酵解-三羧酸循环进行有氧呼吸时,可以生成36 mol的ATP,其能量利用效率可以达到38.25%,转换效率还是高的。植物生命活动过程中的需能过程包括:矿质元素的吸收和运输、有机物合成和运输、细胞

分裂和分化、植物生长和运动、开花结果等。

植物呼吸代谢各条途径都可通过中间产物、辅酶、无机离子及能荷对关键酶进行酶活性调节。

6. 呼吸代谢与次生代谢

呼吸作用形成的中间产物与植物次生代谢密切相关。植物次生代谢产物种类繁多,具有种、属、器官、组织和生长发育时期的特异性。有些次生代谢物为植物所共有,且为生长发育所必需。如植物激素、胡萝卜素、木质素等的代谢。有些次生代谢物则因植物种类、细胞类型而异;部分次生代谢物在植物适应不良环境或抵御病菌、昆虫侵害过程中起一定作用。

根据植物次生代谢物的化学结构和性质,可将其分为3大类:萜类、酚类和含氮化合物。萜类根据异戊二烯数目可分为单萜、倍半萜、双萜、三萜、四萜和多萜等。主要化合物有除虫菊酯、棉酚、紫杉醇、胡萝卜素和橡胶等。酚类根据芳香环上带有碳原子的不同可分为简单酚类、木质素、类黄酮类、鞣质类和其他酚类等。主要酚类化合物有豌豆素、菜豆素、大豆素、水杨酸、花色素和木质素等。含氮化合物包括生物碱、含氰苷、芥子油苷和非蛋白氨基酸等。

7. 呼吸作用的指标及影响因素

植物呼吸作用的强弱和性质,一般可用呼吸速率(呼吸强度)和呼吸商(呼吸系数)两个指标来表示。植物呼吸代谢受内部、外部多种因素的影响。呼吸底物的性质影响呼吸商的大小。以葡萄糖为底物,完全氧化时,其呼吸商约为1。若以脂肪为呼吸底物,其呼吸商小于1。若以有机酸为呼吸底物,其呼吸商大于1。影响呼吸速率的外界条件,以温度、氧气、二氧化碳为最重要。一般是温度升高呼吸速率也升高,呼吸作用达最高值后由于酶蛋白变性而下降。温度降低,呼吸速率下降,直至停止呼吸。氧是有氧呼吸不可缺少的,但有氧饱和点存在。氧气不足,呼吸速率下降,并会产生无氧呼吸,时间久了,植物会受伤害甚至死亡。在缺氧条件下提高氧浓度,无氧呼吸会减弱,并会出现无氧呼吸消失点。当外界二氧化碳浓度增加时,呼吸速率会下降,实验证明,当二氧化碳浓度高于5%时,呼吸作用会受到明显的抑制。在一定范围内,呼吸速率随组织含水量的增加而升高。机械损伤会引起呼吸加强。一些矿质元素(如磷、铁、铜、锰等)也会对呼吸产生影响。

8. 呼吸作用与农业生产

种子形成过程中呼吸速率是逐步升高的,到了灌浆期呼吸速率达到高峰,然后逐渐下降。梨、香蕉、苹果和番茄果实在成熟过程中,有一个呼吸速率突然升高的现象,称为呼吸跃变,属于呼吸跃变型果实;柠檬、橙子、柑橘和柚子属于非呼吸跃变型果实。在果实贮藏中,可通过降低氧含量、降温,可推迟呼吸跃变的发生,并可延长贮藏时间,保持果实的品质。对果蔬还可采用“自体保藏法”,即依靠果蔬本身呼吸释放的二氧化碳,抑制自身的呼吸作用,可以延长贮藏时间。这一方法对甘薯贮藏很适合。在农业生产上,许多农业措施都是为了保证作物呼吸作用的正常进行,如板结土壤要松土、早稻浸种时要换水,催芽时要翻动,水田的浅灌勤灌、排水晒田等。为了使粮食安全贮藏,则应严格控制种子安全含水量,降低呼吸速率,并可采用减氧气、充氮气技术,达到安全贮藏的目的。为了种子的安全贮藏,还应注意库房的通风,以便散热和水分蒸发,可以保持种子的发芽率。

4.2.2 重点内容

1. 植物呼吸作用的生理意义。
2. 植物呼吸代谢的多条路线的内容和生物学意义。
3. 氧化磷酸化的概念和机制。
4. 抗氰呼吸的概念和生理功能。
5. 呼吸作用与农业生产。

4.3 自测试题

一、名词解释

1. 有氧呼吸
2. 无氧呼吸
3. 酒精发酵
4. 糖酵解
5. 三羧酸循环
6. 戊糖磷酸途径
7. 乙醛酸循环
8. 生物氧化
9. 呼吸链
10. 氧化磷酸化
11. P/O
12. 末端氧化酶
13. 细胞色素氧化酶
14. 抗氰呼吸
15. 生长呼吸
16. 维持呼吸
17. 硝酸盐呼吸
18. 伤呼吸
19. 次生代谢
20. 巴斯德效应
21. 盐呼吸
22. 能荷调节
23. 呼吸速率
24. 呼吸商
25. 呼吸作用氧饱和点
26. 无氧呼吸消失点
27. 温度系数
28. 安全含水量
29. 呼吸跃变

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. EMP	2. TCAC	3. PPP	4. FMN	5. FAD	6. GAC
7. DNP	8. UQ	9. GSSG	10. GSH	11. HMP	12. CoQ
13. RPPP	14. RQ	15. Cyt c	16. FP	17. PAL	18. Q_{10}

三、填空题

1. 高等植物通常以_____呼吸为主，在特定条件下也可进行_____。
2. 呼吸作用包括_____和_____两大类型。
3. 有氧呼吸的特点是有_____参与，底物氧化降解_____，释放的能量_____。
4. 无氧呼吸的特点是无_____参与，底物氧化降解_____，释放的能量_____。
5. 催化 PPP 的酶系分布在_____，催化 EMP 的酶系分布在_____。
6. 催化 TCA 循环酶系分布在_____，而电子传递的部位是在_____。
7. 在磷酸戊糖途径的中间产物中，_____是合成核酸的原料，_____可与糖酵解

中的_____形成莽草酸。

8. 高等植物如果较长时间进行无氧呼吸，由于_____的过度消耗，_____供应不足加上_____的积累，因而对植物是不利的。

9. 产生丙酮酸的糖酵解过程是_____和_____的共同途径。

10. 糖酵解的最终产物是_____，在有氧条件下，它进入_____彻底氧化分解。

11. 组成呼吸链的成员可分为_____传递体和_____传递体。

12. 植物组织衰老时，PPP 途径在呼吸代谢中所占比例_____。

13. 糖酵解过程的氢受体是_____，磷酸戊糖途径的氢受体则是_____。

14. 呼吸作用是维持植物生命活动所必需的，是植物体内_____和_____代谢的中心。

15. 植物呼吸作用末端氧化酶有_____、_____、_____、_____和_____。

16. 细胞完成有氧呼吸需经历 3 个连续的过程，它们依次是_____、_____和_____。

17. 细胞色素氧化酶是含金属_____和_____的氧化酶。

18. 抗坏血酸氧化酶和多酚氧化酶是含金属_____的氧化酶。

19. 正常呼吸链上的末端氧化酶是_____，植物进行抗氰呼吸时，其末端氧化酶是_____。

20. 线粒体以外的末端氧化酶主要有_____、_____和_____等。

21. 能破坏氧化磷酸化作用的物质有两类，它们是_____和_____。

22. 苹果削皮后会出现褐色，这是_____酶作用的结果，该酶中含有金属_____。

23. 天南星科海芋属植物开花时放热很多，这是因为它进行_____的结果。

24. 真核细胞中 1 mol 葡萄糖完全氧化时，净得_____个 ATP。

25. 原核细胞中 1 mol 葡萄糖完全氧化时，净得_____个 ATP。

26. 植物细胞内产生 ATP 的方式有 3 种，即_____、_____和_____。

27. 线粒体氧化磷酸化活力的一个重要指标是_____。

28. 细胞内的腺苷酸，全部是_____时，其能荷为 0，全部是_____时其能荷为 1，全部是_____时，能荷为 0.5。

29. 以葡萄糖为呼吸底物并完全氧化时，呼吸商是_____。

30. 对同一种植物而言，其呼吸作用的最适温度总是_____光合作用的最适温度。

31. 生殖器官的呼吸作用比营养器官_____，种子内胚的呼吸作用比胚乳_____。

32. 植物组织受伤时，呼吸速率_____。

33. 植物呼吸作用的最适温度一般在_____之间。

34. 高等植物的无氧呼吸随环境中 O_2 的增加而_____，当无氧呼吸停止时，这时环境中的 O_2 浓度称为_____。

35. 早稻浸种催芽时，用温水淋种和时常翻种，目的是_____。

36. 为延缓或抑制果实的呼吸跃变，通常可采取_____、_____或_____等措施。

37. 淀粉种子的安全水分约在_____，油料种子的安全水分大约_____，超出这一范围后，呼吸作用_____。

38. “自体保藏法”是一种简便的果蔬贮藏法,但容器中 CO_2 浓度不能超过_____。

39. 果实成熟时发生呼吸跃变的果实有_____、_____、_____,不发生呼吸跃变的果实有_____、_____、_____。

40. 许多肉质果实在成熟时其呼吸作用_____,这个时期称为_____,已查明激素_____与这一过程有密切的关系。

四、选择题(单选或多选)

1. 植物呼吸代谢多样性包含(　　)。

A. 呼吸化学途径多样性　　B. 氧化降解产物多样性

C. 呼吸链电子传递途径多样性　　D. 末端氧化酶系统多样性

2. 高等植物的无氧呼吸主要是(　　)。

A. 乳酸发酵　　B. 丁酸发酵　　C. 醋酸发酵　　D. 酒精发酵

3. 在植物正常生长条件下,植物细胞中葡萄糖降解主要是通过(　　)。

A. PPP　　B. EMP - TCAC　　C. EMP　　D. TCAC

4. 无氧呼吸中氧化作用所需要的氧来自细胞内(　　)。

A. 水分子　　B. 被氧化的糖分子　　C. 乙醇　　D. 乳酸

5. 在呼吸链中的氢传递体是(　　)。

A. UQ　　B. NAD^+　　C. FAD　　D. 细胞色素系统

6. 交替氧化酶(抗氰氧化酶)途径的 P/O 比值(　　)。

A. 1　　B. 2　　C. 3　　D. 0

7. 氧化磷酸化形成 ATP 的过程是(　　)。

A. 放能过程　　B. 贮能过程

C. 既有放能过程也有贮能过程　　D. 不一定

8. 三羧酸循环的主要调节物是(　　)。

A. ATP　　B. ADP　　C. NADPH　　D. NADH

9. 从种子萌发到形成幼苗,全部呼吸几乎都属于(　　)。

A. 生长呼吸　　B. 维持呼吸　　C. 有氧呼吸　　D. 无氧呼吸

10. 如果糖的分解完全是通过 EMP - TCA 途径,那么 C_1/C_6 应(　　)。

A. >1　　B. <1　　C. $=1$　　D. 无法确定

11. 正常情况下,Cyt a_3 承担细胞耗氧量的(　　)。

A. 80%　　B. 60%　　C. 40%　　D. 25%

12. 绿色植物进行酒精发酵时的产物是(　　)。

A. CO_2　　B. ATP　　C. NADH

D. ATP、CO_2 和酒精或 ATP 和乳酸

13. 苹果贮藏久了,组织内部会发生(　　)。

A. 抗氰呼吸　　B. 酒精发酵　　C. 糖酵解　　D. 乳酸发酵

14. 当植物组织从有氧条件下转移到无氧条件下,EMP 速度加快,其原因是(　　)。

A. ATP 增加　　B. ADP 与 Pi 减少　　C. NADH 积累　　D. 柠檬酸与 ATP 减少

15. 在叶片中,可能在呼吸与光合两大过程中共用的含磷化合物有(　　)。

A. 肌醇磷酸 B. 核糖-5-磷酸 C. 甘油醛-3-磷酸 D. 果糖-1,6-二磷酸

16. 丙酮酸在细胞内生化反应的去向有( )。

A. TCA B. 丙氨酸 C. PPP D. 乙醇

17. 在植物体内多种氧化酶中,含金属的氧化酶是( )。

A. 乙醇酸氧化酶 B. 酚氧化酶 C. 黄素氧化酶 D. 细胞色素氧化酶

18. 植物呼吸速率最高的器官是( )。

A. 叶片 B. 根 C. 茎 D. 花

19. 植物受旱或受伤时,PPP 所占比例( )。

A. 下降 B. 上升 C. 不变 D. 不一定

20. 呼吸跃变现象的出现与( )的产生有关。

A. ETH B. GA C. ABA D. CTK

五、是非判断题

1. 糖在无氧条件下发生降解是可以形成 ATP 的。( )

2. 呼吸作用中形成的 ATP 都是通过氧化磷酸化产生的。( )

3. 氰化物可阻断呼吸链上的 Cyt a_3 到 O_2 的电子传递,从而阻止 ATP 形成。( )

4. 呼吸作用都是要释放二氧化碳的。( )

5. 无氧呼吸是指不吸收 O_2,但能释放 CO_2 的呼吸。( )

6. 有氧呼吸中氧气并不直接参加到 TCA 循环中去氧化底物,但 TCA 循环只有在有氧条件下才能进行。( )

7. 生物氧化是在细胞内常温、常压及生理 pH 条件下进行的,能量是集中释放的。( )

8. 在绿色细胞中,光合作用释放的 O_2 可供呼吸作用利用,而呼吸作用释放的 CO_2 不能被光合作用所利用。( )

9. 呼吸跃变是由于果实内 GA 积累所致。( )

10. CoQ 是呼吸链的一员,它可以同时传递电子和 H^+。( )

11. 抗氰呼吸过程中,ATP 形成显著减少,形成的热能增加。( )

12. 1 mol $FADH_2$ 经呼吸链被彻底氧化后可形成 1 mol ATP。( )

13. 过氧化氢酶催化 H_2O_2 形成 H_2O 的过程中,H_2O_2 既可作为电子供体,也可作为电子受体。( )

14. 乙醇酸氧化酶也是一种黄素蛋白酶,其辅基中含有金属铜。( )

15. 呼吸作用中,底物分解所释放的能量只有经过呼吸链上的氧化磷酸化作用,才能形成 ATP。( )

16. 总的来说,呼吸作用是一个贮存能量的氧化还原过程。( )

17. 细胞中 3 种腺苷酸浓度比值是调节呼吸代谢的重要因素。( )

18. EMP、TCA 循环中,均存在受 ADP(或 ATP)促进或抑制的酶。( )

19. 次生代谢产物除了极少数外,都可再参加植物体内代谢。( )

20. 植物花的颜色与类黄酮有密切关系。( )

21. 酚类化合物的形成与莽草酸途径没有什么关系。( )

22. PAL是植物体内初生代谢和次生代谢的分支点，是形成酚类化合物的关键酶。（ ）

23. 制作红茶时，需要抑制多酚氧化酶的作用。（ ）

24. 制作绿茶时，需要借助多酚氧化酶的作用。（ ）

25. 干旱能加强植物体内的氧化磷酸化作用，提高植物细胞能荷水平。（ ）

26. 当细胞以蛋白质为底物进行有氧呼吸时，呼吸商会接近于1。（ ）

27. 呼吸商大小取决于底物分子中相对含氧量的高低，含氧量高，呼吸商也高。（ ）

28. 绿色细胞中存在乙醇酸氧化酶，不存在细胞色素氧化酶。（ ）

29. 当植物细胞内NADPH积累时，会对PPP途径起反馈抑制作用。（ ）

30. 油料种子萌发阶段的葡萄糖异生过程是在乙醛酸体、线粒体和细胞质中顺次进行的。（ ）

31. 小麦感染锈病后，体内酚氧化酶活性会升高。（ ）

32. 与细胞色素氧化酶相比，黄酶对氧的亲和力高。（ ）

33. 低温主要通过减少呼吸底物供应，而降低植物呼吸速率。（ ）

34. 对同一植物而言，其呼吸作用的最适温度一般高于光合作用的最适温度。（ ）

35. 在旱地栽培中，适时中耕松土，可以提高作物根际周围的氧气和二氧化碳含量，保证根系正常呼吸机能。（ ）

六、简答题

1. 呼吸作用在植物生命活动中有哪些重要作用？

2. 三羧酸循环的要点及生理意义是什么？

3. 戊糖磷酸途径的生理意义是什么？

4. 长时间无氧呼吸，植物为什么会死亡？

5. 如何证明组织中是否有PPP途径发生，及在已糖分解过程中所占比例大小？

6. 植物体内需要由呼吸作用直接提供能量的生理过程有哪些？不需要由呼吸作用直接提供能量的生理过程有哪些？

7. 三羧酸循环、糖酵解和戊糖磷酸途径的各调节酶是如何受到调节的？

8. 氧为何抑制发酵作用？

9. 植物组织受伤时，呼吸速率为何会加快？

10. 制作绿茶时，与呼吸氧化酶有何关系？

11. 试对暗呼吸和光呼吸进行比较。

12. 与植物抗病虫有关的次级代谢产物有哪些？木质素在植物抗病中起什么作用？

13. 粮食贮藏过程中为什么要降低呼吸速率？

14. 呼吸跃变与果实成熟的关系如何？如何延长果实的贮藏时间？

15. 果实成熟过程中呼吸速率升高的原因是什么？

七、论述题

1. 试述植物呼吸代谢多样性及其生物学意义。

2. 植物次生代谢物主要有哪几类？它们由哪些途径合成？与初生代谢的关系如何？

3. 呼吸作用与光合作用的辩证关系表现在哪些方面？

4. 试述水分吸收、矿质营养、有机物质合成与呼吸作用的关系。

5. 试述测定呼吸速率的方法和原理。

6. 试述植物抗氰呼吸的分布及其生理意义。

7. 简述呼吸作用与农业生产的关系。

4.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 有氧呼吸(aerobic respiration):指生活细胞在氧气的参与下,把体内的有机物质彻底氧化分解为二氧化碳和水并释放能量的过程。

2. 无氧呼吸(anaerobic respiration):在无氧条件下,细胞把体内的有机物质分解为不彻底的氧化产物并释放能量的过程。也称发酵作用。

3. 酒精发酵(alcoholic fermentation):植物的一种无氧呼吸方式,反应的产物是酒精和二氧化碳。

4. 糖酵解(glycolysis,EMP):在细胞质内发生的,由葡萄糖分解为丙酮酸的过程。简称EMP。

5. 三羧酸循环(tricarboxylic acid cycle,TCAC):丙酮酸在有氧条件下,通过一个包括三羧酸和二羧酸的循环逐步分解为二氧化碳的过程。又称为柠檬酸环或Krebs环,简称TCA循环。

6. 戊糖磷酸途径(pentose phosphate pathway):在细胞质内进行的葡萄糖直接氧化分解为二氧化碳的酶促反应过程。简称PPP或HMP。

7. 乙醛酸循环(glyoxylic acid cycle,GAC):油料种子萌发时,贮藏的脂肪会降解为脂肪酸和甘油。脂肪酸经β-氧化分解为乙酰CoA,在乙醛酸循环体(glyoxysome)内生成琥珀酸、乙醛酸、苹果酸和草酰乙酸的酶促反应过程,称为乙醛酸循环。

8. 生物氧化(biological oxidation):有机物质在生物体内发生的氧化作用。包括消耗氧,生成二氧化碳和水并放出能量的过程。

9. 呼吸链(respiratory chain):呼吸代谢中间产物的电子和质子,沿着一系列有顺序的电子传递体传递到分子氧的总轨道。

10. 氧化磷酸化(oxidative phosphorylation):指与呼吸链上的氧化过程相偶联的由ADP和无机磷酸形成ATP的作用。

11. P/O:每吸收一个氧原子所酯化的无机磷分子数或形成ATP的分子数。

12. 末端氧化酶(terminal oxidase):处于生物氧化一系列反应的最末端,将底物脱下的氢或电子传递给分子氧,形成水或过氧化氢的氧化酶。

13. 细胞色素氧化酶(cytochrome oxidase):是植物体内最重要的末端氧化酶,包括Cyt a和Cyt a_3,含有两个铁卟啉和两个铜原子,其作用是将Cyt a_3上的电子传给氧,生成水。

14. 抗氰呼吸(cyanide resistant respiration):指某些植物的组织或器官在氰化物存在的情况下仍能进行的呼吸。参与抗氰呼吸的末端氧化酶为交替氧化酶(抗氰氧化酶)。

15. 生长呼吸(growth respiration):呼吸作用所产生的能量和中间产物主要用来合成植物生长所需要的物质,这种呼吸称为生长呼吸。

16. 维持呼吸(maintenance respiration):呼吸作用所产生的能量除部分用于维持细胞存活外,大部分以热能形式散失,这种呼吸称为维持呼吸。

17. 硝酸盐呼吸(nitrate respiration):在发生硝酸盐还原时,以硝酸盐代替分子氧作为氧化剂,细胞耗氧量减少,这种呼吸称为硝酸盐呼吸。

18. 伤呼吸(wound respiration):植物组织因受到伤害而增强的呼吸。其呼吸增强原因为:修复伤口需要合成大量细胞结构物质,通过增加呼吸作用为其提供中间产物和能量;另外,为了防止病菌侵染,细胞中酚酶活性增强,导致细胞耗氧量增加。

19. 次生代谢(secondary metabolism):初级代谢产物经过一系列酶促反应转化成为结构更复杂、特殊的物质,这一过程称为次生代谢。

20. 巴斯德效应(Pasteur effect):由巴斯德发现的氧气抑制发酵作用的现象。

21. 盐呼吸(salt respiration):将植物幼苗从蒸馏水转移到稀盐溶液时,其根系呼吸速率增加,这种呼吸称为盐呼吸。

22. 能荷调节(regulation of energy charge):能荷就是细胞内腺苷酸 ATP - ADP - AMP 系统中可利用的高能磷酸键的一种度量。当 ATP/AMP 比率很低时,表示贮存能量很少,能荷水平低,会促进细胞内有机物降解产生能量,ATP 合成反应则加快;ATP 积累多,能荷水平高时,ATP 合成反应就减慢,糖类氧化降解减弱。因此,能荷是细胞中合成反应和利用反应的调节因素。

23. 呼吸速率(respiratory rate):单位鲜重、干重的植物组织在单位时间内所释放二氧化碳的量或吸收氧的量。也称呼吸强度。

24. 呼吸商(respiratory quotient,RQ):在一定时间内,植物组织释放二氧化碳的摩尔数与吸收氧的摩尔数之比。也称呼吸系数。

25. 呼吸作用氧饱和点(respiration oxygen saturation point):一定条件下,当氧浓度升高到某一值时,呼吸速率不再增加,这时环境的氧浓度称为呼吸作用氧饱和点。

26. 无氧呼吸消失点(anaerobic respiration extinction point):使无氧呼吸完全停止时环境中最低的氧浓度。称无氧呼吸熄灭点。

27. 温度系数(temperature coefficient,Q_{10}):温度每升高 10℃,呼吸强度所增加的倍数。

28. 安全含水量(safety water content):是指能使种子安全贮藏的种子的含水量,也称为安全水。如禾谷类种子为 12% ~14%。

29. 呼吸跃变(respiration climacteric):果实成熟过程中,呼吸速率突然上升,然后又很快下降的现象。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. EMP:糖酵解
2. TCAC:三羧酸循环
3. PPP:磷酸戊糖途径
4. FMN:黄素单核苷酸
5. FAD:黄素腺嘌呤二核苷酸
6. GAC:乙醛酸循环
7. DNP:2,4 - 二硝基苯酚
8. UQ:泛醌

9. GSSG:氧化态谷胱甘肽
10. GSH:还原态谷胱甘肽
11. HMP:己糖磷酸途径
12. CoQ:辅酶 Q
13. RPPP:还原磷酸戊糖途径
14. RQ:呼吸商
15. Cyt c:细胞色素 c
16. FP:黄素蛋白
17. PAL:苯丙氨酸解氨酶
18. Q_{10}:温度系数

三、填空题

1. 有氧呼吸 无氧呼吸
2. 有氧呼吸 无氧呼吸
3. 氧 彻底 多
4. 氧 不彻底 少
5. 细胞质 细胞质
6. 线粒体基质 线粒体内膜
7. 核糖 -5- 磷酸 D- 赤藓糖 -4- 磷酸 磷酸烯醇式丙酮酸
8. 葡萄糖 ATP 乙醇
9. 有氧呼吸 无氧呼吸
10. 丙酮酸 线粒体
11. 氢 电子
12. 增加
13. NAD^+ $NADP^+$
14. 有机物质 能量
15. 细胞色素氧化酶 交替氧化酶 酚氧化酶 抗坏血酸氧化酶 乙醇酸氧化酶
16. EMP TCA 氧化磷酸化
17. 铜 铁
18. 铜
19. 细胞色素氧化酶 交替氧化酶
20. 酚氧化酶 抗坏血酸氧化酶 乙醇酸氧化酶
21. 解偶联剂 电子传递抑制剂
22. 酚氧化酶 铜
23. 抗氰呼吸
24. 36
25. 38
26. 氧化磷酸化 光合磷酸化 底物水平磷酸化
27. P/O 比

28. AMP ATP ADP
29. 1
30. 高于
31. 强 强
32. 增大
33. 25～35℃
34. 降低 无氧呼吸消失点
35. 控制温度和通气
36. 降温 降湿 降低氧浓度
37. 12%～14% 8%～9% 很快上升
38. 10%
39. 苹果 梨 桃 柑橘 柠檬 柚子
40. 急剧增加 呼吸跃变 乙烯

四、选择题(单选或多选)

1. A、C、D	2. A、D	3. B	4. B	5. A、B、C	6. A
7. C	8. A、B、D	9. A	10. C	11. A	12. D
13. B	14. D	15. B、C、D	16. A、B、D	17. B、D	18. D
19. B	20. A				

五、是非判断题

1. (√)	2. (×)	3. (√)	4. (×)	5. (×)	6. (√)	7. (×)
8. (×)	9. (×)	10. (√)	11. (√)	12. (×)	13. (√)	14. (×)
15. (×)	16. (×)	17. (√)	18. (√)	19. (×)	20. (√)	21. (×)
22. (√)	23. (×)	24. (×)	25. (×)	26. (×)	27. (√)	28. (×)
29. (√)	30. (√)	31. (√)	32. (×)	33. (×)	34. (√)	35. (×)

六、简答题

1. 答:呼吸作用在植物生命活动中的重要作用如下。

(1) 提供能量 呼吸作用通过氧化磷酸化和底物水平磷酸化形成 ATP 供植物生命活动需要。

(2) 提供原料 呼吸作用产生的许多中间产物是合成糖类、脂质、蛋白质、核酸和各种生理活性物质的原料,从而构成植物体,调节植物的生长发育。

(3) 提供还原力 呼吸作用产生的 NAD(P)H,可用于 NO_3^- 的代谢还原、氨基酸和脂质的合成。

(4) 防御功能 通过呼吸作用可消除致病微生物产生的毒素或消除感染,呼吸作用加强可促进伤口愈合。

2. 答:三羧酸循环(TCA)的要点和生理意义如下。

(1) 三羧酸循环是植物有氧呼吸的重要途径。

(2) 呼吸作用中一系列的脱羧反应都发生在丙酮酸氧化脱羧及三羧酸循环之内。1 分子丙酮酸氧化脱羧并进入三羧酸循环可产生 3 分子二氧化碳;当外界二氧化碳浓度增高时,脱羧反应

减慢,呼吸作用受到抑制。

(3) 三羧酸循环中有5次脱氢,再经过一系列电子传递体的传递,释放出能量,最后与氧结合生成水。

(4) 三羧酸循环是糖、脂质、蛋白质和核酸及其他物质的共同代谢过程,相互紧密相连。

3. 答:戊糖磷酸途径(PPP)的生理意义表现在4个方面。

(1) 提供生物合成的原料 PPP的C_3、C_4、C_5、C_6、C_7等中间产物是合成多种有机物质的原料。

(2) 为许多物质的合成提供还原力 PPP产生的$NADPH_2$为许多物质(如脂肪等)的合成提供还原力。

(3) 提高植物抗病能力 以PPP形成的赤藓糖-4-磷酸与EMP途径形成的PEP为原料,经莽草酸途径可形成具有抗病作用的绿原酸、咖啡酸等物质。

(4) 参与植物对逆境的适应 在干旱条件下,PPP在己糖分解过程中所占比例增加。

4. 答:植物体内长期进行无氧呼吸会产生不利影响。

(1) 无氧呼吸产生并积累酒精,使细胞中的蛋白质变性。

(2) 氧化1 mol葡萄糖产生的能量(ATP)少,要维持正常的生理活动需要消耗更多的有机物,使体内养分耗损过多。

(3) 没有丙酮酸的有氧分解过程,细胞中缺少合成其他物质的原料。

5. 答:组织中是否有PPP发生,及在己糖分解过程中所占比例大小的证明,可采用同位素^{14}C示踪法。把待测植物组织分成相同的两份,分别供给C_1标记的葡萄糖与C_6标记的葡萄糖,然后测定两份材料$^{14}CO_2$的释放量,若C_1/C_6比值等于1,表明葡萄糖在待测材料中完全经EMP-TCA途径分解;若C_1/C_6比值大于1,则表明部分葡萄糖是经PPP分解,比值越大,表明PPP在己糖分解代谢中所占比例越大。

6. 答:需要呼吸作用直接提供能量的生理过程:根系主动吸收水分、离子,细胞结构物质及一些生理活性物质的合成,蔗糖的运输等。

不需要呼吸作用直接提供能量的生理过程:水分和离子的被动吸收,蒸腾作用,光合作用中光能的吸收、传递及光合磷酸化等过程。

7. 答:三羧酸循环中NADH和ATP对异柠檬酸脱氢酶、苹果酸脱氢酶等活性均有抑制作用;NAD、ADP对上述酶有激活作用。草酰乙酸对苹果酸脱氢酶有抑制作用。

糖酵解的调节酶是磷酸果糖激酶和丙酮酸激酶,它们受到ATP与柠檬酸的负调控,受Pi的正调控,这也是巴斯德效应的原因所在。

戊糖磷酸途径主要受NADPH调控,NADPH多时对该途径起反馈抑制。

8. 答:氧抑制发酵作用的原因如下。

当植物组织从缺氧条件下移到空气中时,三羧酸循环和氧化磷酸化得以顺利进行,产生较多的ATP和柠檬酸,降低了ADP和Pi的水平。ATP和柠檬酸抑制磷酸果糖激酶和丙酮酸激酶的活性,使糖酵解作用减慢;同时在有氧条件下,糖酵解中形成的NADH,大量进入线粒体内被氧化,从而阻止了丙酮酸的还原,使发酵作用受到抑制。

9. 答:植物组织受伤时,呼吸速率会加快。因为植物受到伤害后:① 细胞中的酚氧化酶等

与其底物在细胞中是被隔开的，损伤使原来的间隔被破坏，酚类化合物被迅速氧化。② 损伤使某些细胞恢复分裂能力，通过形成愈伤组织来修复伤口，这些分裂生长旺盛的细胞，需要合成大量的结构物质，这些均需通过增强呼吸作用为其合成提供原料和能量，所以组织的呼吸速率会提高。

10. 答：茶叶中的氧化酶主要是多酚氧化酶，在茶叶加工过程中，多酚氧化酶可将酚类物质氧化成棕红色的醌类物质，使茶叶失去绿色。因此在制作绿茶时，把采下的茶叶立即杀青可以破坏多酚氧化酶的活性，这样才能保持茶叶的绿色。

11. 答：可从以下几个方面对暗呼吸和光呼吸加以比较。

（1）细胞定位　暗呼吸在一切活细胞的细胞质和线粒体中进行，光呼吸在叶肉细胞的叶绿体、过氧化体和线粒体中进行。

（2）底物　暗呼吸为己糖，光呼吸为乙醇酸。

（3）能量释放　暗呼吸伴有底物水平磷酸化和氧化磷酸化而产生 ATP，光呼吸则无 ATP 形成，反而消耗 ATP。

（4）二氧化碳释放　两种呼吸作用都在线粒体中产生二氧化碳。

（5）中间产物　暗呼吸尤其 PPP 中间产物丰富，光呼吸中间产物种类很少。

（6）代谢途径　暗呼吸有多条途径（如 EMP、TCA、PPP），而光呼吸只有乙醇酸循环一条途径。

（7）光的影响　暗呼吸在有光、无光的条件下均可进行，而光呼吸只能在光下进行。

（8）生理意义　暗呼吸是植物生命活动过程中物质代谢与能量代谢的中心，而光呼吸是植物对高光强和低二氧化碳浓度条件的一种适应，耗散掉细胞中过多的 NADH、ATP，以防止光氧化对光合器官的破坏。

12. 答：与植物抗病虫有关的次级代谢产物的种类，以及木质素在植物抗病中所起的作用如下。

萜类中的除虫菊酯、棉酚具有显著抗虫侵袭作用；甘薯酮、日齐素、辣椒素等均是一些抗菌物质。部分酚类化合物具有防御病、虫侵袭作用，如豆科植物中的豌豆素、菜豆素、大豆素等。

植物受病原菌侵染时，侵染点周围的一些细胞会发生木质化作用（木质素沉积于细胞壁中）。从而增加了细胞壁抗真菌穿透能力，因病原菌不能分泌分解木质素的酶类；另外，木质化的细胞壁限制了病原真菌毒素向周围细胞的扩散以及周围细胞中的水分和营养物质向病原菌的扩散，使病菌得不到足够的营养起到限制病菌进一步扩展的作用。

13. 答：粮食贮藏过程中要降低呼吸速率的原因是：呼吸速率高会大量消耗有机物；呼吸作用放出的水分会使粮堆湿度增大，粮食“出汗”，呼吸作用被进一步增强；呼吸作用放出的热量使粮堆温度增高，使呼吸作用增强，高温、高湿的环境加速了微生物的繁殖，最后导致粮食变质。

14. 答：果实呼吸跃变是果实成熟的一个特征，大多数果实成熟是与呼吸跃变相伴随的，呼吸跃变结束即意味着果实已达成熟。在果实储藏期间，可以通过降低温度推迟呼吸跃变发生的时间。另外，适当减少环境中氧气浓度，增加二氧化碳浓度，降低呼吸跃变发生的强度，这样就可达到延熟、保鲜、防止腐烂的目的。

15. 答：果实成熟过程中呼吸速率升高的原因：① 随着果实发育成熟，细胞内线粒体增多，

呼吸作用增强。② 产生了天然的氧化磷酸化解偶联，刺激了呼吸作用的增强。③ 乙烯释放量增加，增加了果皮的透气性，呼吸作用增强。④ 乙烯可能诱导了抗氰呼吸以及其他代谢途径中关键酶基因的表达，尤其是水解酶类及合成酶类。

七、论述题

1. 答：植物呼吸代谢多样性的论点是我国著名科学家汤佩松先生提出的，它的主题思想是阐明呼吸代谢与其他生理功能之间控制和被控制的相互制约的关系。其内容包括：

（1）植物呼吸代谢途径的多样性。实验证明，在高等植物体内存在并运行着的呼吸代谢途径有糖酵解、三羧酸循环、戊糖磷酸途径、乙醛酸循环、酒精发酵和乳酸发酵等，它们在不同环境条件下、不同生理状态下，各途径运行的状态、强度是不同的。糖酵解－三羧酸循环是植物体内最主要的呼吸代谢途径。在植物衰老时，戊糖磷酸途径会加强；植物感病时，跃变型果实抗氰呼吸会加强；在缺氧时，会启动发酵途径。

（2）呼吸链电子传递途径多样性。植物体内除了细胞色素系统电子传递主路之外，还存在着抗氰支路等。

（3）末端氧化酶系统多样性。植物体内有细胞色素氧化酶、抗氰氧化酶、多酚氧化酶、抗坏血酸氧化酶、乙醇酸氧化酶、黄素氧化酶等，其中细胞色素氧化酶起主导作用，呼吸作用总的耗氧量中约有80%是由该酶完成的。

呼吸代谢多条途径、多种氧化酶之间相互依赖，功能各异，分工合作，以保证植物延续生存。呼吸代谢多样性是植物在长期进化过程中对多变环境的适应表现。它们随着不同的植物种类、不同的发育时期、不同的生理状态和环境条件而发生变化，使植物渡过逆境，维持正常的生长发育，对植物的进化也有着重要意义。

2. 答：根据植物次生代谢物的化学结构和性质，可将其分为3大类：萜类、酚类化合物、生物碱。

（1）萜类生物合成途径有两条：甲羟戊酸途径和3－PGA/丙酮酸途径。来源于初生代谢的乙酰CoA分子为合成原料，经不同的酶促反应，分别形成单萜、倍半萜、双萜、三萜和多萜。

（2）酚类化合物有多条合成途径。其中以莽草酸途径和丙二酸途径为主。绝大多数高等植物通过前一条途径合成酚类；真菌和细菌则通过后一种途径合成酚类。糖酵解产生的磷酸烯醇式丙酮酸（PEP）和戊糖磷酸途径产生的D－赤藓糖－4－磷酸作为莽草酸途径的原料，经一系列酶促反应合成3种芳香族氨基酸苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸；苯丙氨酸再经过苯丙烷代谢途径中一系列酶促反应即可形成简单苯丙酸类化合物、香豆素、木质素、花色素苷、异黄酮、缩合蹂质及其他类黄酮等酚类化合物。

（3）生物碱是植物体氮素代谢的产物，是由不同氨基酸衍生来的。例如，天冬氨酸和甘油衍生出烟碱，苯丙氨酸和赖氨酸衍生出秋水仙碱。烟碱的生物合成以甘油和天冬氨酸为原料。

3. 答：总的来说，呼吸作用与光合作用是植物体内相互对立又相互联系的两大基本代谢过程。二者的对立表现在：光合作用是将无机物（水和二氧化碳）合成为有机物，蓄积能量；呼吸作用是将有机物分解为无机物（水和二氧化碳），释放能量。二者的联系表现在：① 互为原料：呼吸作用的终产物二氧化碳和水是光合作用的原料，而光合作用的产物葡萄糖和氧气又是呼吸作用的原料；② 能量代谢：在呼吸与光合过程中，均有ATP与NAD(P)H的形成；③ 代谢中间产物：

虽然呼吸作用与光合作用细胞定位不同,但 PPP 途径与 C_3途径的中间产物基本一致,如果在叶片中,某些中间产物很可能被交替使用。

4. 答:水分吸收、矿质营养、有机物合成与呼吸作用的关系如下。

(1) 水分吸收与呼吸的关系　首先,细胞代谢性吸水是一种需能过程,呼吸作用旺盛,能量供应充分,利于细胞吸水;其次,根压是根系吸水和水分运输的动力,根压的产生和维持依赖于根系的呼吸作用。

(2) 矿质营养与呼吸作用的关系　首先,矿质的吸收以主动吸收为主,如离子载体的活化,离子泵的运转,离子通道的开启均需呼吸作用提供能量;其次,硝酸盐、硫酸盐的还原均需呼吸作用提供 NAD(P)H 和 ATP。

(3) 有机物质合成与呼吸作用的关系　呼吸作用为有机物质的合成提供了所需的原料以及 NTD(P)H 和 ATP。试述测定呼吸速率的方法和原理。

5. 答:测定呼吸速率的主要方法和原理如下。

(1) 小篮子法　在密封的广口瓶内盛一定量和一定浓度的 $Ba(OH)_2$溶液,在瓶塞下方悬挂装有待测材料的小篮子,材料呼吸放出的 CO_2被碱液吸收,经一定时间后用标准草酸溶液滴定剩余的碱液,即可计算出材料的呼吸速率。

(2) 氧电极法　以银片作参比电极(阳极),以铂片为阴极,外用透 O_2薄膜覆盖,溶液中材料在暗处呼吸会吸收 O_2,不同浓度 O_2透过薄膜进入电极在铂阴极上还原,同时在电极间产生扩散电流,该电流强弱与溶氧浓度成正比。代入公式即可计算出该材料的呼吸速率。

(3) 微量呼吸检压法　植物材料在瓦氏呼吸检压计的定温、定体积的密封体系内,CO_2和 O_2的体积的微小变化可以从着色的测压计上读出来,然后代入公式即可计算出该材料的呼吸速率。此外还可以采用气流法,植物材料呼出的气体溶入碱液中,再用标准酸液滴定,即可计算出该材料的呼吸速率。

6. 答:抗氰呼吸广泛分布于高等植物中,如天南星科,禾本科的玉米、小麦、大麦,豆科的豌豆、绿豆,还有甘薯、木薯、马铃薯、烟草和胡萝卜等,在低等植物中也存在。抗氰呼吸的主要生理功能为:

(1) 放热效应　与天南星科植物的佛陷花序早春开花传粉、棉花种子发芽有关。

(2) 促进果实成熟　果实成熟过程中呼吸跃变的产生,主要表现为抗氰呼吸的增强,而且,果实成熟中乙烯的产生与抗氰呼吸呈平行关系,三者紧密相连。

(3) 代谢的协同调控　在细胞色素电子传递途径电子呈饱和状态时,抗氰呼吸就比较活跃,可以分流电子,而当细胞色素途径受阻时,抗氰呼吸会产生或加强,以保证生命活动继续维持下去。

(4) 与抗病力有关　抗黑斑病的甘薯品种在感病时抗氰呼吸活性明显高于感病品种。

7. 答:呼吸作用与农业生产的关系密切。在作物栽培上,许多措施都是为保证正常呼吸的进行,如水稻田里要适时晒田。其次是粮食贮藏时,要干燥通风、降温,要控制好种子安全含水量,以降低呼吸速率,保证其品质。在果蔬贮藏方面,注意轻度干燥、降温、降低氧浓度以降低呼吸,也可采用“自体保藏法”,以自身呼吸释放的 CO_2抑制呼吸作用,达到延长贮藏时间的目的。

4.5 启发性思考题

为什么说呼吸代谢是植物体内物质代谢和能量代谢的中心？呼吸作用在现代农业生产中有何重要现实意义？

第5章　植物的光合作用

5.1　学习内容要求

5.1.1　了解内容

1. 光合作用的早期研究。
2. 光合色素的结构和光学性质及叶绿素合成的条件。
3. 同化物的装载和卸出。
4. 内部因素对光合作用的影响。

5.1.2　熟悉内容

1. 光合磷酸化机制。
2. 光合 C_3途径、C_4途径、CAM 途径化学过程及调节因素。
3. 光合作用产物的形成及其运输途径、形式、速度和分配特点。

5.1.3　掌握内容

1. 光合作用的重要意义。
2. 光合色素的种类和特点。
3. 光合碳同化途径的种类和特点。
4. 光合作用的主要步骤。
5. 光呼吸的生理意义。
6. 同化物运输的机制(压力流动假说)。
7. 影响光合作用的外界条件。
8. 提高作物产量的主要途径和措施。

5.2　学习内容提要

5.2.1　基本内容

1. 光合作用概念及重要意义

自养生物吸收二氧化碳转变成有机物的过程,称为碳素同化作用。生物的碳素同化作用包括细菌光合作用、绿色植物光合作用和化能合成作用3种类型。绿色植物光合作用是地球上规

模最大、合成有机物质最多、与人类的关系最为密切的碳素同化作用。一般而言,光合作用是指高等绿色植物吸收光能,同化二氧化碳和水,制造富含能量有机物质并释放氧气的过程。

光合作用中释放的 O_2 来自于 H_2O。光合作用本质上是一个氧化还原反应,水是电子供体(还原剂),二氧化碳是电子受体(氧化剂)。

光合作用对自然界的重要意义可概括为:一是把无机物转变为有机物,二是将光能转变成化学能,三是维持大气中氧和二氧化碳的相对平衡。在光合作用的早期研究中还提出了两个光系统(PSⅠ和PSⅡ)和光合单位(即存在于类囊体膜上能进行完整光反应的结构单位)的概念。

2. 光合色素的结构性质及生物合成

叶绿体是植物特有的能量转换细胞器,是进行光合作用的场所。叶绿体由叶绿体膜、类囊体和基质3部分构成。光合色素和多种光合链电子传递体、光合磷酸化酶系都定位于基粒类囊体膜上,已证实膜上存在有PSⅠ、PSⅡ、Cyt $b_{6/f}$、ATP合酶4类蛋白复合体。光合色素即叶绿体色素,主要有3类:叶绿素、类胡萝卜素和藻胆素。高等植物叶绿体中含有叶绿素和类胡萝卜素,藻胆素仅存在于藻类。

叶绿素主要有叶绿素a和叶绿素b两种。前者呈蓝绿色,后者呈黄绿色。它们的结构很相似,都不溶于水,而溶于有机溶剂,如乙醇、丙酮等。叶绿素分子含有一个亲水的镁卟啉环"头部"和一个亲脂的叶绿醇(植醇)"尾巴",它决定了叶绿素的脂溶性。类胡萝卜素包括胡萝卜素和叶黄素两种色素。前者呈橙黄色,后者呈黄色。它们是一类由8个异戊二烯单位构成的不饱和的碳氢化合物。它们都不溶于水,而溶于有机溶剂,如石油醚、乙醚等。光合色素具有光吸收、光能传递、荧光和磷光现象等光学性质。只有极少数特殊状态的叶绿素a具有光化学活性。

叶绿素是在一系列酶的催化下形成的。其生物合成过程非常复杂,从谷氨酸开始,由多种酶催化在光下还原,先生成叶绿素a,再转变为叶绿素b。光照、温度、水分和矿质元素等影响叶绿素的生物合成,并影响叶色的深浅。一般情况下,叶片中叶绿素与胡萝卜素的比值约为3:1,所以正常的叶子呈现绿色。秋天气温降低,叶绿素较易降解,而类胡萝卜素较稳定,所以叶片呈现黄色。

3. 光合作用的机制

光合作用是能量转化和形成有机物的过程,它包括一系列复杂的光化学反应和酶促反应过程。光合作用根据需光与否,可以大致区分为光反应和暗反应。光合作用过程可划分为3个步骤:① 光能的吸收、传递和转换过程(原初反应)。② 电能转变为活跃化学能的过程(电子传递和光合磷酸化)。③ 活跃化学能转变为稳定化学能的过程(碳同化)。前两步属于光反应,第三步属于暗反应。

原初反应是在PSⅠ和PSⅡ的反应中心进行的。聚光色素吸收光能后,通过诱导共振和激子传递的方式将光能传给反应中心,反应中心色素发生光化学反应,将光能变成电能,把电子传给原初电子受体。光化学反应实质上是由光引起的反应中心色素分子与原初电子受体和次级电子供体之间的氧化还原反应。PSⅠ的光化学反应是长光波反应,其主要特征是 $NADP^+$ 的还原。PSⅡ的光化学反应是短光波反应,其主要特征是水的光解和放氧。

电能转变为活跃化学能的过程是由电子传递和光合磷酸化完成的。电子传递有非环式电子传递、环式电子传递、假环式电子传递3种类型。光合磷酸化也可分为环式光合磷酸化、非环式光合磷酸化、假环式光合磷酸化。光合磷酸化的机制可以用P. Mitchell(1961)提出的化学渗透

假说来解释。电子传递引起水的光解，$NADP^+$的还原，同时使基质中的质子向类囊体膜内转移，形成质子动力。质子动力是光合磷酸化的原动力。在质子由膜内向膜外流经 ATP 合酶时会偶联 ADP 和无机磷合成为 ATP。光反应中合成的 ATP 和 NADPH 可用于暗反应中二氧化碳的同化，所以把这两种物质合称为同化力。

活跃化学能转变为稳定化学能的过程是通过碳同化完成的。碳同化包括 3 种生化途径：C_3途径、C_4途径和 CAM 途径。C_3途径是所有植物光合作用碳同化的基本途径，大致可划分为羧化阶段、还原阶段、再生阶段和同化物合成阶段。C_4途径和 CAM 途径存在不普遍，而且都只能起固定和运转 CO_2的作用，最终还是通过 C_3途径合成淀粉等产物。

大多数高等植物的光合产物是淀粉、葡萄糖、果糖和蔗糖；氨基酸、脂肪酸和有机酸等也是光合作用的直接产物。

4. 光呼吸

植物的绿色细胞在光照下吸收氧气和放出 CO_2的过程，称为光呼吸。光呼吸是一个氧化过程。RuBP 在 Rubisco 催化的加氧作用下，在叶绿体内形成光呼吸底物乙醇酸。乙醇酸的氧化过程是通过叶绿体、线粒体和过氧化体三个细胞器协同完成的。光呼吸会损失一些有机碳，但通过 C_2循环仍可回收 75% 的碳，是一个代谢挽救过程；光呼吸释放的 CO_2，可供逆境下气孔关闭时维持 C_3途径的运转；光呼吸可消耗强光下过剩的同化力，对光合器官起保护作用，避免产生光抑制；乙醇酸氧化过程中生成的氨基酸，对植物氮代谢是一个补充。C_3植物是高光呼吸植物，C_4植物是低光呼吸植物，C_4植物光合效率比 C_3植物的高。

5. 同化物的运输与分配

光合产物糖类是最主要的同化物，叶片是合成同化物的主要器官。同化物的运输与分配直接关系到作物产量的高低和品质的好坏。

高等植物的同化物运输包括细胞内、细胞间及器官间的运输。按照运输距离的长短可分为短距离运输和长距离运输。短距离运输是指胞内与胞间运输，主要靠扩散和原生质的吸收与分泌来完成；长距离运输指器官之间的运输，需要特化的组织，主要是韧皮部的筛管和伴胞。

同化物运输的方向取决于制造同化物的器官（源，source）与接收同化物的器官（库，sink）的相对位置。总的来说，同化物运输的方向是由源到库，是运向生长中心部位。同化物运输的主要形式是蔗糖，其次是棉子糖、水苏糖、毛蕊花糖等，它们都是蔗糖的衍生物。同化物通过共质体和质外体，被装入筛管；在库端，同化物从筛管－伴胞复合体通过共质体或质外体途径卸出，进入库细胞。关于同化物运输的机制有多种假说，受广泛支持的是压力流动学说，其次是细胞质泵动学说和收缩蛋白学说。

同化物分配的特点是优先供应生长中心；就近供应，同侧运输；功能叶之间无同化物供应关系以及同化物和营养元素的再分配与再利用。同化物在植物体内的运输与分配的方向和数量主要受库的竞争能力制约，其次是源的供应能力和输导系统的运输能力的影响。影响同化物运输的环境因素有温度、光照、水分和矿质元素（氮、磷、钾、硼）等。

6. 影响光合作用的因素

表示光合作用变化的指标主要有光合速率和光合生产率。影响光合作用的内部因素包括叶龄、同化物的输出速率与积累等。影响光合作用的环境条件，主要是光照、CO_2、温度、水分和矿质元素。

(1) 光照 光合作用是一个光生物化学反应过程。光是光合作用的原动力,是形成叶绿体和叶绿素和同化力的必要条件,光合碳同化过程中许多光合酶活性受光的调控;光还调节气孔开度。因此光对光合速率影响很大。光的影响包括光照度和光的波长。光能过剩会发生光合作用的光抑制现象;光补偿点(LCP)和光饱和点(LSP)是植物需光特性的两个主要指标。

(2) CO_2浓度 CO_2是光合作用的原料之一,对光合速率影响很大。光合速率与大气至叶绿体间的CO_2浓度差成正比,而与大气至叶绿体间的总阻力成反比。会出现CO_2饱和点,也具有CO_2补偿点。植物的CO_2饱和点可随着光照度的增加而提高。

(3) 温度 光合作用中的同化过程,即所谓的暗反应是由一系列的酶催化的化学反应,酶的活性及反应速度会受到温度影响,因此温度也是影响光合速率的重要因素。温度对光合作用的影响,存在着温度三基点。昼夜温差对光合净同化率有很大的影响。

(4) 水 水是光合作用的原料之一,叶片水分接近饱和时,才能进行正常的光合作用。但植物吸收的水分只有很少部分用于光合作用,因此缺水引起光合速率降低主要是间接原因。土壤水分过多时,通气状况不良,根系活力下降,从而间接影响光合作用。

(5) 矿质营养 矿质营养中氮、镁、磷、铁、锰、钾和硼等会直接或间接影响光合作用。

外界条件每天都在不断变化,光合作用也呈现明显的日变化。在光照相同的情况下,一般上午的光合速率高于下午。天气正常情况下,早、晚光合速率较低,中午达到高峰,呈现单峰曲线。如果气温过高,光照强烈,光合速率日变化呈双峰曲线,大的峰出现在上午,小的峰出现在下午,中午前后光合速率下降,呈现光合作用的"午休"现象。它是多种因素综合影响的结果,主要与水分、二氧化碳供应不足以及光抑制有关。

7. 光合作用与作物生产

农作物干物质中有90% ~95%来自光合作用,农作物产量的形成主要靠叶片的光合作用。因此,提高作物的光能利用率,制造更多的光合产物,是获得作物高产、稳产的关键所在。目前,农作物的光能利用率很低。改善作物光合性能是提高光能利用率的根本措施。提高作物产量的途径是:提高光合能力,增加光合面积,延长光合时间,减少有机物质消耗,提高经济系数。光合作用与作物产量关系密切。

5.2.2 重点内容

1. 光合色素的种类与特点。
2. 光合作用机制中的光合磷酸化。
3. 碳同化途径及光呼吸的生化途径及特点。
4. 同化物的运输机制和分配规律。
5. 提高作物产量的途径。

5.3 自测试题

一、名词解释

1. 光合作用
2. 光合色素
3. 吸收光谱
4. 磷光现象

5. 荧光现象
6. 光反应
7. 暗反应
8. 原初反应
9. 光合单位
10. 光系统
11. 红降
12. 双光增益效应
13. 量子效率
14. 量子需要量
15. PQ 循环
16. 聚光色素
17. 反应中心色素
18. 共振传递
19. 激子传递
20. 希尔反应
21. 水氧化钟
22. 光合磷酸化
23. C_3途径
24. C_4途径
25. CAM 途径
26. 光呼吸
27. C_3-C_4中间植物
28. 比集转运速率(SMTR)
29. 运输速率
30. 共质体
31. 质外体
32. 压力流动学说
33. 细胞质泵动学说
34. 收缩蛋白学说
35. P-蛋白
36. 溢泌现象
37. 代谢源
38. 代谢库
39. 有机物质装载
40. 有机物质卸出
41. 转移细胞
42. 磷酸转运器
43. 供应能力
44. 竞争能力
45. 运输能力
46. 光合速率
47. 表观光合速率
48. 光合生产率
49. 光饱和点
50. 光补偿点
51. CO_2补偿点
52. 光合作用的光抑制
53. 光能利用率
54. 光合午休现象
55. 叶面积系数

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. Fe-S
2. Mal
3. OAA
4. BSC
5. CF_1-Fo
6. NAR
7. PC
8. CAM
9. $NADP^+$
10. Fd
11. PEPCase
12. RuBPO
13. P_{680}
14. PQ
15. PEP
16. PGA
17. Pn
18. Pheo
19. PSP
20. Q
21. RuBP
22. RubisC(RuBPC)

23. Rubisco(RuBPCO) 24. LSP
25. LCP 26. DCMU
27. FNR 28. LHC
29. pmf 30. TP
31. PS Ⅰ 32. PS Ⅱ

三、填空题

1. 光合作用对自然界的重要意义:一是_____,二是_____,三是_____。

2. 光合作用本质上是一个氧化还原反应,其突出特点是:水被氧化到_____的水平;二氧化碳被还原到_____的水平。

3. 高等绿色植物光合色素主要是_____、_____、_____和_____。

4. 叶绿素是叶绿酸的酯,不溶于_____,而溶于_____。

5. 叶绿体色素提取液在反射光下观察呈_____色,在透射光下观察呈_____色。

6. 叶绿素对光波最强的吸收区有两个:一个在波长为_____的_____部分,另一个在波长为_____的_____部分。

7. 影响叶绿素生物合成的外界因素主要有_____、_____、_____、_____和_____。

8. 一般来说,正常叶子的叶绿素和类胡萝卜素的分子比例为_____;叶黄素和胡萝卜素的分子比例为_____。

9. 与叶绿素 b 相比较,叶绿素 a 在红光部分的吸收带偏向_____方向,在蓝紫光部分的吸收带偏向_____方向。

10. 根据需光与否,将光合作用划分为_____和_____。

11. 光合作用的光反应是在_____中进行的,暗反应是在_____中进行的。

12. 原初反应的反应中心包括_____、_____、_____。

13. 在高等植物光合非环式电子传递中最终电子供体是_____,最终电子受体是_____。假环式电子传递的最终电子受体是_____。

14. 光合作用的能量转换功能是在类囊体膜上进行的,所以类囊体亦称为_____。

15. 叶绿体基粒类囊体膜上的 4 种主要蛋白复合体是_____、_____、_____和_____。

16. PS Ⅱ的光反应是短波光反应,其主要特征是_____;PS Ⅰ的光反应是长波光反应,其主要特征是_____。

17. 水的光解是由_____于 1937 年发现;光合作用中释放的 O_2,来自于_____。

18. 在光反应过程中,类囊体膜内外产生_____差和_____差,二者合称为_____。

19. 光合磷酸化有 3 种类型:_____、_____和_____。

20. 在光合磷酸化过程中形成的高能化合物_____和_____,二者合称为_____。

21. 高等植物的碳同化途径有 3 条,即_____、_____和_____。

22. C_3途径(卡尔文循环)可划分为4个阶段,即_____、_____、_____和_____。

23. C_3途径中CO_2的受体是_____;C_3途径中CO_2固定后的最初产物是_____。

24. C_4途径中CO_2的受体是_____;C_4途径中CO_2固定后的最初产物是_____。

25. C_3途径中催化羧化反应的酶是_____,C_4途径中催化羧化反应的酶是_____。

26. C_3途径中,每同化1个CO_2,需要消耗3个_____和2个_____。

27. 根据运入维管束鞘细胞的二羧酸的种类和脱羧酶不同,C_4途径又可分为3种类型,即_____、_____和_____。

28. C_4植物的C_3途径在_____中进行的;C_3植物的卡尔文循环在_____中进行的。

29. 在高等植物中,CAM途径主要分布在_____、_____、_____等植物内。

30. 农作物中主要C_3植物有_____、_____、_____等,C_4植物有_____、_____、_____等。

31. C_4植物进行光合作用时,只有在_____细胞中形成淀粉;C_4途径的羧化反应首先在_____细胞中进行。

32. 光呼吸过程中CO_2的释放是在_____中进行的;乙醇酸的氧化是在_____中进行的。

33. 光呼吸的全过程是在_____、_____和_____3种细胞器协同作用下完成的。

34. 光呼吸的底物是_____。是RuBP在_____酶催化下形成的。

35. 光合作用中,淀粉的形成是在_____中;蔗糖的形成是在_____中。

36. 常用于研究有机物质运输的方法有:_____、_____和_____等。

37. 按照运输距离的长短,同化物运输可分为_____和_____两大类,前者主要是指_____,后者主要是指_____。

38. 同化物在器官之间长距离运输主要是通过_____完成的。

39. 同化物从光合细胞装载入韧皮部的途径有_____、_____、_____等。

40. 同化物从韧皮部卸出到库细胞的途径有_____和_____。

41. 细胞间有机物质运输的通道是_____。

42. 筛管中同化物运输的主要形式是_____,其次还有_____、_____、_____等。

43. 有机物质在质外体运输以_____为动力。

44. 细胞内有机物质运输的主要方式有_____、_____、_____、_____、_____等。

45. 证明有机物质装载是一个主动过程的证据有_____、_____、_____。

46. 叶肉细胞中的糖分向韧皮部装入是_____浓度梯度进行。

47. 压力流动学说认为,有机物质在筛管中随液流流动的动力是_____。

48. 关于有机物质运输机制的学说有_____、_____、_____等。

49. 同化物的分配受_____、_____、_____3个因素的影响,其中_____起着较重要的作用。

50. 影响植物体有机物运输的主要外界条件有_____、_____、_____等。

51. 维持植物正常生长所需的最低光照度应_____;群体植物的光饱和点比单株_____。C_4植物的CO_2补偿点比C_3植物_____。

52. 影响光合作用的外界因素主要有_____、_____、_____、_____和_____等。

四、选择题(单选或多选)

1. 20世纪60年代由Hatch and Slack发现的光合碳同化途径是(　　)。

A. C_3途径　　B. CAM途径　　C. C_4途径　　D. 乙醇酸途径

2. 1937年发现光照射离体叶绿体可以将水分解释放氧气的科学家是(　　)。

A. Mitchell　　B. Hill　　C. Calvin　　D. Hatch

3. 高等植物叶绿素a颜色呈(　　)。

A. 黄绿色　　B. 蓝绿色　　C. 黄色　　D. 橙黄色

4. 高等植物胡萝卜素颜色呈(　　)。

A. 黄绿色　　B. 蓝绿色　　C. 黄色　　D. 橙黄色

5. 在提取叶绿素时,通常用的试剂是(　　)。

A. 80%的丙酮　　B. 丙酮:乙醇:蒸馏水(4.5:4.5:1)

C. 蒸馏水　　D. 甘油

6. 在叶绿体色素中,属于反应中心色素的是(　　)。

A. 类胡萝卜素　　B. 叶绿素b

C. 少数特殊状态的叶绿素a　　D. 藻红素

7. 在叶绿体色素中,属于聚光色素的是(　　)。

A. 大部叶绿素a和全部叶绿素b　　B. 少数特殊状态的叶绿素a

C. 叶黄素　　D. 胡萝卜素

8. 类胡萝卜素对可见光的最大吸收峰在(　　)。

A. 橙光区　　B. 绿光区　　C. 蓝紫光区,　　D. 红光区

9. 高等植物正常叶子的叶绿素a和叶绿素b的分子比例约为(　　)。

A. 1:3　　B. 3:1　　C. 1:2　　D. 2:1

10. 高等植物正常叶子的叶黄素和胡萝卜素的分子比例约为(　　)。

A. 2:1　　B. 3:1　　C. 1:1　　D. 4:1

11. 证明高等植物光合作用中存在有两个光系统的主要实验证据有(　　)。

A. 红降现象　　B. 荧光现象　　C. 希尔反应　　D. 双光增益效应

12. 引起植物发生红降现象的光是(　　)。

A. 450 nm的蓝光　　B. 650 nm的红光

C. 大于685 nm的远红光　　D. 550 nm的绿光

13. 在光合作用中被称之为同化力的物质是指(　　)。

A. ATP、NADPH　　B. AMP、NADH　　C. ADP、NADPH　　D. ATP、NADH

14. 光合作用的光反应发生的部位是在(　　)。

A. 叶绿体基粒　　B. 叶绿体间质　　C. 细胞质　　D. 叶绿体被膜

15. 光合作用的暗反应发生的部位是在(　　)。

A. 叶绿体膜　　B. 叶绿体基粒　　C. 叶绿体间质　　D. 细胞质

16. 高等植物碳同化途径中,能形成淀粉等光合产物的是(　　)。

A. CAM 途径　　B. C_4途径　　C. 卡尔文循环　　D. 乙醇酸途径

17. PSⅠ的光反应的主要特征是(　　)。

A. $NADP^+$的还原　B. ATP 的生成　　C. 氧的释放　　D. 水的光解

18. PSⅡ的光反应的主要特征是(　　)。

A. 水的光解　　B. 氧的释放　　C. ATP 的生成　　D. NADH 的生成

19. 光合作用中释放的氧来源于(　　)。

A. CO_2　　B. H_2O　　C. RuBP　　D. NADH

20. 参与光合作用水的光解放氧反应的矿质元素是(　　)。

A. 锰　　B. 钙　　C. 氯　　D. 镁

21. 光合电子传递链位于绿色细胞的(　　)。

A. 线粒体内膜上　B. 液泡膜上　　C. 类囊体膜上　　D. 叶绿体膜上

22. 假环式电子传递和光合磷酸化的产物是(　　)。

A. ATP,NADPH　　B. ATP,H_2O,NADPH

C. ATP,O_2^-,H_2O　　D. ATP,H_2O

23. C_4途径的CO_2的受体是(　　)。

A. Ru5P　　B. PEP　　C. RuBP　　D. PGA

24. C_3途径的CO_2的受体是(　　)。

A. PEP　　B. RuBP　　C. PGA　　D. Ru5P

25. C_3途径中CO_2固定的最初产物是(　　)。

A. 三碳化合物　　B. 四碳化合物　　C. 五碳化合物　　D. 六碳化合物

26. C_4途径中CO_2固定的最初产物是(　　)。

A. 磷酸甘油酸　　B. 苹果酸　　C. 草酰乙酸　　D. 葡萄糖

27. CAM 植物夜间气孔开放,吸收CO_2,进行碳同化,表现出夜间(　　)。

A. 淀粉、糖减少　B. 苹果酸增加　　C. 磷酸甘油酸减少　　D. 细胞液变酸

28. 光呼吸是一个氧化过程,被氧化的底物是(　　)。

A. 甘油酸　　B. 丙酮酸　　C. 葡萄糖　　D. 乙醇酸

29. 参与完成光呼吸全过程的细胞器有(　　)。

A. 过氧化体　　B. 线粒体　　C. 溶酶体　　D. 叶绿体

30. 光呼吸调节与外界条件密切相关,氧对光呼吸(　　)。

A. 有促进作用　　B. 有抑制作用　　C. 作用小　　D. 无作用

31. 光合产物蔗糖形成的部位是(　　)。

A. 叶绿体基粒　　B. 细胞质　　C. 叶绿体间质　　D. 类囊体

32. 光合产物运出叶绿体的主要形式是(　　)。

A. 蔗糖　　B. 淀粉　　C. 磷酸丙糖　　D. 果糖

33. 光合产物淀粉的形成和贮藏部位是(　　)。

A. 叶绿体间质 B. 叶绿体基粒 C. 细胞质 D. 类囊体

34. 无数细胞的原生质相互联系起来构成共质体系统的通道是(　　)。

A. 微纤丝 B. 胞间连丝 C. 微管 D. 纤维素

35. 植物筛管汁液中,占干重90%以上的是(　　)。

A. 蛋白质 B. 脂肪 C. 蔗糖 D. 矿物质

36. 细胞质泵动学说和收缩蛋白学说,都认为有机物质的运输需要(　　)。

A. 适宜的温度 B. 充足的水分 C. 能量供应 D. 氧气

37. 低温降低有机物质运输速率的主要原因是(　　)。

A. 减少了光合产物的合成 B. 降低了呼吸速率

C. 增加了细胞汁液的黏度 D. 膜受到伤害

38. 影响有机物质运输的矿质元素主要是(　　)。

A. N B. B C. P D. K

39. 禾谷类作物拔节之前,下部叶片的光合产物主要供给(　　)。

A. 幼叶 B. 幼芽 C. 幼根 D. 上部叶片

40. 植物体内韧皮部SE-CC复合体的糖液浓度(　　)叶肉细胞内糖液浓度。

A. 远高于 B. 远低于 C. 相等于 D. 稍高于

41. 生长素对有机物质的运输与分配有(　　)。

A. 抑制作用 B. 促进作用 C. 没有作用 D. 作用很小

42. 植物处于光补偿点时,(　　)。

A. 净光合速率最大 B. 真正光合速率为零

C. 净光合速率为零 D. 净光合速率与呼吸速率相等

43. 光合作用吸收的CO_2与呼吸作用释放的CO_2达动态平衡时,外界的CO_2浓度为(　　)。

A. CO_2饱和点 B. O_2饱和点 C. CO_2补偿点 D. 最高点,

44. C_4植物比C_3植物的光合效率高些,其主要原因是(　　)。

A. PEPC活性高 B. 叶面积大

C. 叶绿素含量高 D. 有“CO_2泵”的功能

45. 提高经济系数的有效途径是(　　)。

A. 增加钙肥 B. 增加磷肥 C. 适当地水分胁迫 D. 减少N肥

五、是非判断题

1. 碳素同化作用就是绿色植物光合作用。(　　)

2. 水是光合作用的原料,可用含水量变化来衡量植物光合速率的高低。(　　)

3. 聚光色素包括少数特殊状态的叶绿素a和全部的叶绿素b及类胡萝卜素。(　　)

4. 叶绿体色素主要集中在叶绿体的间质中。(　　)

5. 只有少数特殊状态的叶绿素a具有光化学活性,可以将光能转变成电能。(　　)

6. 依化学性质而论,叶绿素是叶绿酸的酯,能发生皂化反应。(　　)

7. 叶绿素具有荧光现象,即在透射光下呈红色,而在反射光下呈绿色。(　　)

8. 叶绿素分子的头部是镁卟啉环,呈极性,因而叶绿素溶于水。(　　)

9. 胡萝卜素和叶黄素都不溶于水,而溶于有机溶剂。( )

10. 一般情况下,叶片中叶绿素与类胡萝卜素的分子比值为2:1。( )

11. 光合色素在光合膜中,以非共价键与蛋白质结合在一起,组成色素蛋白复合体。( )

12. 叶绿素a比叶绿素b在红光部分吸收带窄些,在蓝紫光部分宽些。( )

13. 类胡萝卜素具有收集、传递光能的作用,还有保护叶绿素的功能。( )

14. 类胡萝卜素最大吸收带在蓝紫光部分,也吸收红光等长光波光。( )

15. 藻胆素的生色团与蛋白质以共价键结合,只有用强酸煮沸时,才能把它们分开。( )

16. 叶片不是进行光合作用的唯一器官。( )

17. 光合作用的暗反应不能在光下进行。( )

18. 光合作用中的光反应是在叶绿体基质中完成的。( )

19. 没有 CO_2,光反应便不能正常进行。( )

20. P_{700}是PS I的反应中心色素分子。( )

21. 光合链中的最终电子受体是 $NADP^+$,最终电子供体为 CO_2。( )

22. PS I的光反应是短波光反应,其主要特征是水的光解。( )

23. 卡尔文循环是所有植物光合作用碳同化的基本途径。( )

24. 卡尔文循环中 CO_2 固定酶是PEP羧化酶。( )

25. 植物光呼吸是在叶绿体,过氧化物体及乙醛酸体3种细胞器中完成的。( )

26. 光呼吸的底物乙醇酸是在叶绿体内形成的。( )

27. 光合作用产物都是在叶绿体内形成的。( )

28. 一般而言,叶肉细胞内的蔗糖浓度比筛管内高 。( )

29. 有机物质运输是决定产量高低和品质好坏的一个重要因素。( )

30. 韧皮部中的有机物质不能同时向两个方向运输。( )

31. 蔗糖由叶肉细胞进入筛管分子的跨膜运输是耗能的主动过程。( )

32. 筛管内占干重90%以上的是葡萄糖,不含无机离子。( )

33. 植物体内有机物分配的总方向是由库到源。( )

34. 筛管中液流的流动是输导系统两端的衬质势差引起的。( )

35. 库的竞争能力对有机物在植物体内的运输和分配起着较为重要的作用。( )

36. 随着作物生育期的不同,源与库的地位也将发生变化。( )

37. 细胞质内Pi含量升高,有利于叶绿体内TP的运出。( )

38. 有机物质一旦形成了植物体的某一部分,就不能被其他部分利用。( )

39. 钾能促进库内淀粉转化为糖。( )

40. C_3植物的光饱和点比 C_4植物低。( )

41. C_4植物的 CO_2 补偿点比 C_3植物高。( )

42. 植物光合作用所需的 CO_2 主要是通过叶片水孔进入叶子。( )

43. 弱光下光合速率降低比呼吸速率显著。( )

44. 光合作用中暗反应是由酶所催化的化学反应,温度影响不大。( )

45. 改善光合性能是提高产量的根本措施。( )

六、简答题

1. 生物的碳素同化作用包括哪些类型?

2. 简述光合作用的重要意义。

3. 光合色素的主要光学性质有哪些?

4. 简述影响叶绿素形成的外界条件。

5. 为什么不能用水提取叶绿素?

6. 胡萝卜素和叶黄素在光合作用中有什么功能?

7. 叶绿素和类胡萝卜素的吸收光谱有何不同?

8. 植物的叶片为什么是绿色的?秋天树叶为什么会呈现黄色和红色?

9. 简述光合作用中光反应与暗反应的区别与联系。

10. 简述 PSⅠ和 PSⅡ的结构与功能的差异。

11. 简述光合作用全过程的三大步骤。

12. 光合作用中释放的 O_2是来自 CO_2,还是来自 H_2O?

13. 光合电子传递途径有几个类型,各条途径有什么特点?

14. ATP 合酶的结构及功能如何?

15. 光合作用电子传递中,PQ 有什么重要的生理作用?

16. 光合磷酸化有几个类型?其电子传递有什么特点?

17. 植物的光合碳同化途径有几条,各条途径有何特点?

18. 简述光合作用卡尔文循环的 4 个阶段。

19. 光合作用卡尔文循环有哪些调节方式?

20. 简述 C_4途径的 3 种类型。

21. 如何证明 C_3途径 CO_2的受体是 RuBP?

22. 简述 CAM 植物同化 CO_2的特点。

23. 简述光呼吸与暗呼吸的异同点。

24. 糖浓度与能量供应状况如何调节有机物质的运输?

25. 叶片中制造的有机物质是如何装载到韧皮部筛管分子的?并说明有机物质的装载是一个主动过程。

26. 植物体内有机物质的分配与产量的关系如何?

27. 植物体内有机物质的运输和分配的特点如何?

28. 一株马铃薯在 100 天内块茎增重 250 g,其中有机物质占 24%,地下茎韧皮部横截面积 0.004 cm^2,求同化物运输的比集运量。

29. 简要介绍测定光合速率的 3 种方法及原理。

30. 作物出现“午休”现象的生理生态原因是什么?

31. 氧抑制光合作用的原因是什么?

32. 植物激素对光合产物的运输和分配有何影响?

33. 作物合理密植的生理基础是什么?

34. 追施 N 肥为什么会提高光合速率?

35. 把大豆和高粱放在同一密闭照光的室内,一段时间后会出现什么现象?为什么?

七、论述题

1. 为什么说光合作用本质上是一个氧化还原反应?

2. 为什么玉米、高粱比小麦、水稻的光合效率高?

3. 根据化学渗透假说解释光合磷酸化的机制。

4. 试述测定光呼吸速率的方法及原理。

5. 如何评价光呼吸的功能?

6. 环境因素对有机物质的运输有何影响?

7. 分析作物光能利用率低的原因。

8. 试述影响植物体内同化物分配的三要素。

9. 压力流动学说的主要内容是什么?有何实验依据?

10. 试述有机物质运输的收缩蛋白学说与细胞质泵动学说的主要内容。

11. 库 - 源关系对作物产量形成有何影响?

12. 提高作物产量的途径和措施有哪些?

5.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 光合作用(photosynthesis):绿色植物吸收光能,同化 CO_2 和 H_2O,制造有机物质,并释放 O_2 的过程。

2. 光合色素(photosynthetic pigment):指植物体内含有的具有吸收光能并将其用于光合作用的色素,包括叶绿素、类胡萝卜素、藻胆素等。

3. 吸收光谱(absorption spectrum):当光通过叶绿素等有色溶液后,在光的连续光谱中有些波长的光被吸收而出现了黑线或暗带,这种光谱称为吸收光谱。

4. 磷光现象(phosphorescence phenomenon):当去掉光源后,叶绿素溶液还能继续辐射出极微弱的红光,它是由三线态回到基态时所产生的光。这种发光现象称为磷光现象。

5. 荧光现象(fluorescence phenomenon):叶绿素溶液在透射光下呈绿色,在反射光下呈红色,这种现象称为荧光现象。

6. 光反应(light reaction):指光合作用中必须在光下才能进行的、由光引起的一系列光化学反应过程,包括水的光解、电子传递及同化力的形成。

7. 暗反应(dark reaction):指光合作用中可以在暗处进行的反应过程,是一系列酶促反应过程,包括 CO_2 的固定、还原及糖类的形成。

8. 原初反应(primary reaction):包括光能的吸收、传递以及光能向电能的转变,即由光所引起的氧化还原过程。

9. 光合单位(photosynthetic unit):结合在类囊体膜上,能进行光合作用的最小结构功能单位,包括聚光色素系统和反应中心。反应中心(reaction center):由中心色素、次级电子供体及原初电子受体组成的具有电荷分离功能的色素蛋白复合体结构。

10. 光系统(photosystem,PS):由不同的中心色素和一些天线色素、电子供体和电子受体组成的蛋白色素复合体,其中PSⅠ的中心色素为叶绿素a P_{700},PSⅡ的中心色素为叶绿素a P_{680}。

11. 红降(red drop):用光波大于685 nm的远红光照射小球藻时,虽然仍被叶绿素大量吸收,但量子效率急剧下降,这种现象被称为红降。

12. 双光增益效应(double light enhancement effect):又称爱默生效应(Emerson effect)。如果在用大于685 nm的远红光照射小球藻的同时,再加上短波红光(650 nm),则量子效率大增,比分别单独用两种波长的光照射时的量子效率总和还要高。

13. 量子效率(quantum efficiency):又称量子产额或光合效率。指光合作用中每吸收一个光量子后放出氧的分子数目或固定二氧化碳的分子数目。植物光合作用的量子效率一般为0.10~0.125。

14. 量子需要量(quantum requirement):即量子效率的倒数。指每同化1分子的CO_2或释放1分子的O_2所需要吸收的光量子数目。

15. PQ循环(plastoquinone cycle):又称PQ穿梭。伴随PQ的氧化还原,可使$2H^+$从间质移至类囊体膜内空间,即质子横渡类囊体膜,在搬运$2H^+$的同时也传递2e至Fe-S,PQ的这种氧化还原往复变化称PQ循环。

16. 聚光色素(light harvesting pigment):又称天线色素,指没有光化学活性,只能吸收光能并将其传递给作用中心色素的色素分子。

17. 反应中心色素(reaction center pigment):又称作用中心色素。指位于光合作用中心的极少数具有光化学活性的特殊状态的叶绿素a分子。

18. 共振传递(resonance transfer):在光合色素系统中,依靠高能电子振动,在分子内传递能量的方式。

19. 激子传递(exciton transfer):激子通常是指非金属晶体中由电子激发的量子,在相同分子内部依靠激子传递来转移能量的方式。

20. 希尔反应(Hill reaction):离体叶绿体在光下加入氢受体所进行的分解水并放出氧气的反应。

21. 水氧化钟(water oxidizing clock):是Kok等根据一系列瞬间闪光处理叶绿体与放O_2的关系提出的解释水氧化机制的一种模型。每吸收一个光量子推动氧化钟前进一步。

22. 光合磷酸化(photosynthetic phosphorylation,photophosphorylation):叶绿体(或载色体)在光下把无机磷和ADP转化为ATP的过程。

23. C_3途径(C_3 pathway):又称卡尔文(Calvin)循环,它是以RuBP为CO_2受体、CO_2固定后的最初产物为三碳化合物磷酸甘油酸(PGA)的光合途径,即为C_3途径。

24. C_4途径(C_4 pathway):又称哈奇-斯莱克(Hatch-Slack)途径,它是以PEP为CO_2受体、CO_2固定后形成的最初产物为四碳化合物草酰乙酸(OAA)的光合途径,即为C_4途径。

25. CAM途径(crassulacean acid metabolism pathway):景天科植物(景天、落地生根等)在夜晚有机酸含量很高,而糖类含量低;白天则有机酸下降,糖类增多。这种有机酸合成日变化的代谢类型,称为景天科酸代谢(CAM)途径。

26. 光呼吸(photorespiration):植物的绿色细胞在光照下吸收氧气释放二氧化碳的过程。

27. C_3-C_4中间植物(C_3-C_4 intermediate plant):指形态解剖结构和生理生化特性介于C_3植物与C_4植物之间的植物。

28. 比集转运速率(specific mass transfer rate,SMTR):指在单位时间内,通过单位韧皮部横截面积的有机物质的量。

29. 运输速率(transport velocity):单位时间内有机物质运输的距离。

30. 共质体(symplast):无数细胞的细胞质,通过胞间连丝联成一体,构成共质体。

31. 质外体(apoplast):是指没有原生质的部分,它是由细胞壁、细胞间隙及导管等构成的一个连续的自由空间。

32. 压力流动学说(pressure flow theory):其基本论点是有机物在筛管中随着液体的流动而移动,这种液体流动的动力是由于输导系统两端的压力势差引起的。

33. 细胞质泵动学说(cytoplasmic pumping theory):该学说认为,筛管分子内腔的细胞质呈几条长丝,形成胞纵连束,纵贯筛管分子,在束内呈环状的蛋白质反复地、有节奏地收缩与舒张,把细胞质长距离泵走,糖分随之流动。

34. 收缩蛋白学说(contractile protein theory):该学说认为,筛管分子的内腔有一种由微纤丝相连接的网状结构,微纤丝由收缩蛋白的收缩丝组成。收缩蛋白分解 ATP,将化学能转化为机械能,通过收缩与舒张进行同化物的长距离运输。

35. P-蛋白(P-protein):亦称韧皮蛋白(phloem-protein)。是在细胞质中存在的构成微管结构的蛋白质,可以利用 ATP 的能量,推动微管的收缩,从而推动物质的长距离运输。

36. 溢泌现象(overflow phenomenon):韧皮部筛管被刺穿后,从伤口处有汁液分泌出来,这种现象称溢泌现象。

37. 代谢源(metabolic source):代谢源是指产生和供应有机物质的部位与器官。

38. 代谢库(metabolic sink):代谢库是指贮藏与消耗有机物质的部位与器官。

39. 有机物质装载(organic matter loading):指同化物从筛管周围的叶源细胞装载到筛管中的过程。

40. 有机物质卸出(organic matter unloading):指同化物从筛管卸出到库细胞的过程。

41. 转移细胞(transfer cells):在共质体与质外体的交替运输过程中,有一种特化的细胞起运转过渡作用。这种细胞的细胞壁与质膜向内延伸,形成许多皱褶,扩大了物质转移的表面,有利于物质在细胞间的转移。这种细胞称转移细胞。

42. 磷酸转运器(phosphate translocator):位于叶绿体内膜上承担输出磷酸丙糖和输入 Pi 的运转器。

43. 供应能力(supply ability):指源内有机物质能否输出以及输出多少的能力。

44. 竞争能力(compete ability):指库中能否输入同化物以及输入多少的能力。

45. 运输能力(transport ability):指有机物质输出和输入部分之间的网络分布、畅通程度及距离远近。

46. 光合速率(photosynthetic rate):单位时间单位叶面积吸收 CO_2的量(或释放 O_2的量)。

47. 表观光合速率(apparent photosynthetic rate):又称为净光合速率(net photosynthetic rate)光合速率减去呼吸速率的差数,即不考虑呼吸作用消耗的条件下测得的光合速率,称为表观光合速率。

48. 光合生产率(photosynthetic produce rate):又称净同化率(net assimilation rate,NAR),是指植物在较长时间(一昼夜或一周)内,单位叶面积生产的干物质量。

49. 光饱和点(light saturation point):增加光照度,光合速率不再增加时的光照度(单位 lx)。

50. 光补偿点(light compensation point):光合过程中吸收的 CO_2 和呼吸过程中放出的 CO_2 等量时的光照度。

51. CO_2 补偿点(CO_2 compensation point):当光合吸收的 CO_2 量与呼吸释放的 CO_2 量相等时,外界的 CO_2 浓度。

52. 光合作用的光抑制(photoinhibition of photosynthesis)是指当植物吸收的光能超过光合系统所能利用的数量时,过剩的光能会导致光合效率降低的现象。

53. 光能利用率(efficiency of solar energy utilization):指单位土地面积上的植物光合作用所形成的有机物中所贮存的能量,占照射在相同面积地面上的日光能量的百分比。

54. 光合午休现象(midday depression of photosynthesis):在晴天强光照射下,光合作用在中午前后下降的现象。

55. 叶面积系数(leaf area index,LAI):是指单位地面积上的绿叶面积与土地面积之比(LAI)。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. Fe-S:铁硫蛋白
2. Mal:苹果酸
3. OAA:草酰乙酸
4. BSC:维管束鞘细胞
5. CF_1-Fo:偶联因子复合物
6. NAR:净同化率
7. PC:质体蓝素
8. CAM:景天科植物酸代谢
9. $NADP^+$:氧化态辅酶Ⅱ
10. Fd:铁氧还蛋白
11. PEPCase:PEP 羧化酶
12. RuBPO:RuBP 加氧酶
13. P680:吸收峰波长为 680 nm 的叶绿素 a
14. PQ:质体醌
15. PEP:磷酸烯醇式丙酮酸
16. PGA:3-磷酸甘油酸
17. Pn:净光合速率
18. Pheo:去镁叶绿素
19. PSP:光合磷酸化
20. Q:半醌离子
21. RuBP:1,5-二磷酸核酮糖
22. RubisC(RuBPC):RuBP 羧化酶

23. Rubisco(RuBPCO):RuBP 羧化酶/加氧酶
24. LSP:光饱和点
25. LCP:光补偿点
26. DCMU:二氯苯基二甲基脲,敌草隆
27. FNR:铁氧还蛋白 - $NADP^+$ 还原酶
28. LHC:聚光色素复合体
29. pmf:质子动力
30. TP:磷酸丙糖
31. PSⅠ:光系统Ⅰ
32. PSⅡ:光系统Ⅱ

三、填空题

1. 将无机物转变成有机物　贮存太阳能　保护环境
2. 氧　糖类
3. 叶绿素 a　叶绿素 b　叶黄素　胡萝卜素
4. 水　有机溶剂
5. 红　绿
6. 640 ~ 660 nm　红光　430 ~ 450 nm　蓝紫光
7. 光　温度　水分　矿质营养　O_2
8. 3:1　2:1
9. 长光波　短光波
10. 光反应　暗反应
11. 类囊体膜(光合膜)　叶绿体间质
12. 原初电子供　受体　中心色素
13. H_2O　$NADP^+$　O_2
14. 光合膜
15. PSⅠ　PSⅡ　$Cytb_{6/f}$　ATP 酶四类蛋白复合体
16. 水的光解和放氧　$NADP^+$ 的还原
17. 希尔(Hill)　水
18. 质子浓度　电势　质子动力(pmf)
19. 非循环式光合磷酸化　循环式光合磷酸化　假循环式光合磷酸化
20. ATP　NADPH　同化力
21. C_3途径　C_4途径　CAM 途径
22. 羧化阶段　还原阶段　再生阶段　同化物合成阶段
23. 核酮糖 - 1,5 - 二磷酸(RuBP)　3 - 磷酸甘油酸(PGA)
24. 烯醇式磷酸丙酮酸(PEP)　草酰乙酸(OAA)
25. Rubisco　PEPC
26. ATP　NADPH

27. NADP－苹果酸酶类型 NAD－苹果酸酶类型 PEP－羧激酶类型
28. 维管束鞘细胞 叶肉细胞
29. 景天科 仙人掌科 兰科
30. 水稻 棉花 小麦 甘蔗 玉米 高粱
31. 维管束鞘 叶肉
32. 线粒体 过氧化体
33. 叶绿体 线粒体 过氧化体
34. 乙醇酸 RuBP 加氧
35. 叶绿体 细胞质
36. 同位素示踪 环割 蚜虫吻针法
37. 长距离运输 短距离运输 器官之间的运输 细胞之间与细胞之内的运输
38. 韧皮部
39. 共质体运输 质外体运输 交替运输
40. 质外体途径 共质体途径
41. 胞间连丝
42. 蔗糖 棉籽糖 水苏糖 毛蕊花糖
43. 渗透势差
44. 分子扩散 微丝推动原生质环流 细胞器膜内外的物质交换 囊泡的形式 囊泡内含物的释放
45. 对被装载物质有选择性 需要能量供应 具有饱和效应
46. 逆
47. 渗透动力
48. 压力流动学说 细胞质泵动学说 收缩蛋白学说
49. 供应能力 运输能力 竞争能力 竞争能力
50. 温度 矿质 植物激素
51. 高于光补偿点 高 低
52. 光照 CO_2 温度 水分 矿质营养

四、选择题(单项和多项)

1. C	2. B	3. B	4. D	5. A、B	6. C	7. A、C、D
8. C	9. B	10. A	11. A、D	12. C	13. A	14. A
15. C	16. C	17. A	18. A、B	19. B	20. A、B、C	21. C
22. C	23. B、C	24. B	25. A	26. C	27. A、B、D	28. D
29. A、B、D	30. A	31. B	32. C	33. A	34. B	35. C
36. C	37. B	38. A、B、C、D	39. C	40. A	41. B	42. C
43. C	44. A、D	45. B、D				

五、是非判断题

1. (×)	2. (×)	3. (×)	4. (×)	5. (√)	6. (√)	7. (×)
8. (×)	9. (√)	10. (×)	11. (√)	12. (×)	13. (√)	14. (×)

15.（√） 16.（√） 17.（×） 18.（×） 19.（√） 20.（√） 21.（×）
22.（×） 23.（√） 24.（×） 25.（×） 26.（√） 27.（×） 28.（×）
29.（√） 30.（×） 31.（√） 32.（×） 33.（×） 34.（×） 35.（√）
36.（√） 37.（√） 38.（×） 39.（×） 40.（√） 41.（×） 42.（×）
43.（√） 44.（×） 45.（√）

六、简答题

1. 答：生物的碳素同化作用包括细菌光合作用、绿色植物光合作用和化能合成作用，其中以绿色植物光合作用最为广泛，合成有机物质最多，与人类的关系也最密切。

2. 答：光合作用的重要意义：一是把无机物（二氧化碳和水）转变成有机物；二是将光能转变为化学能，贮存于有机化合物中；三是保护环境，维持大气中二氧化碳和氧气的稳定。

3. 答：光合色素的主要光学性质包括：各种色素都具有吸收、传递光能的作用，极少数特殊状态的叶绿素 a 分子具有光化学活性，可以把光能转变为电能；光合色素还具有荧光现象和磷光现象，有各不相同的吸收光谱。

4. 答：影响叶绿素形成的外界条件主要有：一是光照，光是叶绿体发育和叶绿素合成的重要因素，无光照就会发生黄化现象；二是温度，温度过高过低都会抑制叶绿素的合成或引起叶绿素的破坏；三是矿质元素，氮、镁、铁、铜和锰等都是合成叶绿素的成分或酶促反应的辅因子；四是水分，缺水会抑制叶绿素的合成，还会加速原有叶绿素的分解；五是氧气，缺氧会引起 Mg - 原卟啉甲酯的积累，而不能合成叶绿素。

5. 答：不能用水提取叶绿素的原因是：按化学性质来说，叶绿素是叶绿酸的酯，它们不溶于水，而溶于有机溶剂，因此，不能用水提取叶绿素，通常用 80% 的丙酮提取。

6. 答：胡萝卜素和叶黄素在光合作用中主要功能是：与叶绿素分子一起在光合膜中按一定的规律和取向组成聚光色素系统，吸收和传递光能至反应中心色素分子，发生光化学反应；同时在强光下还有保护叶绿素的作用。

7. 答：叶绿素和类胡萝卜素的吸收光谱不同。叶绿素的吸收光谱的特点是：其吸收高峰处有两个，一个是波长为 640 ~ 660 nm 的红光部分，另一个在波长为 430 ~ 450 nm 的蓝紫光部分，对橙光、黄光吸收较少，对绿光吸收最少。而类胡萝卜素的最大吸收峰在 400 ~ 500 nm 的蓝紫光区，不吸收红光、橙光等长波光。

8. 答：光合色素主要吸收红光和蓝紫光，对绿光吸收很少，所以植物的叶片呈绿色。秋天树叶变黄是由于低温抑制了叶绿素的生物合成，已形成的叶绿素也被分解破坏，而类胡萝卜素比较稳定，所以叶片呈现黄色。至于红叶，是因为秋天降温，体内积累较多的糖分以适应寒冷，体内可溶性糖多了，就形成较多的花色素，叶子就呈红色。

9. 答：光合作用中光反应与暗反应的区别与联系如下。光反应是必须在光下才能进行的、由光驱动的光化学反应，在叶绿体基粒的类囊体膜上进行，包括原初反应，电子传递和光合磷酸化。暗反应是在暗处（也可以在光下）进行的、由一系列酶催化的化学反应，在叶绿体基质中进行，包括 3 种类型的碳同化途径，即 C_3、C_4、CAM 途径。碳同化是指植物利用光反应中形成的同化能力（ATP、NADPH），将 CO_2 转化为糖的过程。

10. 答：PS Ⅰ和 PS Ⅱ的结构与功能的差异如下。PS Ⅰ是吸收长波红光（700 nm）的光系统，颗粒较小，直径为 11 nm，位于类囊体膜的外侧，其蛋白复合体包括反应中心和聚光色素复合体

(LHCI),反应中心色素分子为 P_{700};PSⅡ是吸收短波红光(680 nm)的光系统,颗粒较大,直径为17.5 nm,位于类囊体膜的内侧,其蛋白复合体至少含12种多肽,包括 CP_{47}、CP_{43}、D_1、D_2以及聚光色素复合体(LHCⅡ),反应中心色素分子为 P_{680}。

11. 答:光合作用全过程的三大步骤如下。

(1) 原初反应,即光能的吸收传递和转变为电能的过程。

(2) 电子传递和光合磷酸化,即电能转变为活跃的化学能过程。

(3) 碳同化,即活跃化学能转变为稳定的化学能过程。

12. 答:用氧同位素标记的 H_2O 饲喂植物,照光后释放的 O_2 是同位素标记的 O_2,则说明 O_2 来自 H_2O。另外用希尔反应证明,在离体的叶绿体中加入氢受体如 Fe^{3+} 等,在没有 CO_2 参与的条件下照光后有 O_2 的释放。

13. 答:光合电子传递途径有3种类型:一是非环式电子传递,指水光解释放出的电子经PSⅡ、PSⅠ两个光系统,最终把电子传给 $NADP^+$,生成 NADPH。二是环式电子传递,指光下PSⅠ产生的高能电子经 Fd、Cytb/f 复合体、PC 返回 PSⅠ反应中心。三是假环式电子传递,指水光解释放的电子经 PSⅡ、PSⅠ两个光系统,最终把电子传给氧分子,生成超氧阴离子自由基。

14. 答:ATP 合酶又称为偶联因子,是一种球茎结构,由两个蛋白复合体构成,一个是突出于膜表面的亲水性的"CF_1"复合体,另一个是埋在膜内的疏水性的"CF_0"复合体。该酶由9种亚基组成,其催化部位存在于 CF_1,CF_1 结合在 CF_0 上,可催化 ADP 和 Pi 合成 ATP。

15. 答:光合电子传递链中质体醌(PQ)数量比其他传递体成员的数量多出好几倍,具有重要的生理作用。

(1) PQ 具有脂溶性,在类囊体膜上易于移动,可沟通数个电子传递链,也有助于两个光系统电子传递均衡运转。

(2) 伴随着 PQ 的氧化还原,将 $2H^+$ 从间质移至类囊体的膜内空间,既可传递电子,又可传递质子,有利于质子动力势形成,进而促进 ATP 的生成。

16. 答:光合磷酸化可分为3个类型。

(1) 非循环式光合磷酸化,其电子传递是一个开放通路。

(2) 循环式光合磷酸化,其电子传递是一个闭合的回路。

(3) 假循环式光合磷酸化,其电子传递也是一个开放的通路,但其最终电子受体不是 $NADP^+$,而是 O_2。

17. 答:植物的光合碳同化途径有3条:卡尔文循环、C_4 途径和景天科植物酸代谢途径。只有卡尔文循环具备合成淀粉等光合产物的能力,而 C_4 途径和景天科酸代谢途径只起到固定和转运 CO_2 的作用。

18. 答:卡尔文(Calvin)循环可分为4个阶段。

(1) 羧化阶段　CO_2 被固定,生成3-磷酸甘油酸为最初产物。

(2) 还原阶段　利用同化力(NADPH、ATP)将3-磷酸甘油酸还原成3-磷酸甘油醛——光合作用中的第一个三碳糖。

(3) 更新阶段　光合碳循环中形成的3-磷酸甘油醛,经过一系列的转变,再重新形成 RuBP 的过程。

(4) 同化物合成阶段 磷酸丙糖可以在叶绿体内合成淀粉,也可与细胞质中的无机磷酸交换转运出叶绿体,在细胞质中合成蔗糖。

19. 答:光合作用卡尔文循环的调节方式如下。

(1) 酶活性调节 光通过光反应改变叶的内部环境,间接影响酶的活性。如间质中 pH 的升高,Mg^{2+} 浓度升高,可激活 RuBPCase 和 Ru5p 激酶等。如果在暗中,这些酶活性下降。

(2) 质量作用的调节 代谢物的浓度可以影响反应的方向和速率。

(3) 转运作用的调节 叶绿体内的光合最初产物——磷酸丙糖,从叶绿体运到细胞质的数量,受细胞质里的 Pi 数量所控制。Pi 充足,进入叶绿体内多,就有利于叶绿体内磷酸丙糖的输出,光合速率就会加快。

20. 答:C_4途径的 3 种类型是:① NADP 苹果酸酶类型。② NAD 苹果酸酶类型。③ PEP 羧激酶类型。

21. 答:证明 C_3途径 CO_2的受体是 RuBP 的方法是:给植物饲喂标记的$^{14}CO_2$,在不同的照光时间下,分别浸在沸酒精中将植物杀死,提取^{14}C 化合物,用纸层析分析结合放射自显影方法追踪^{14}C 在各种化合物出现的先后次序。最早标记的化合物即为 CO_2固定后的最初产物,在 C_3植物中最早标记的化合物是 3 - PGA。用同样的技术结合动力学实验结果表明,当 CO_2浓度突然下降时,RuBP 的量急剧增高,而 3 - PGA 的量则相应急剧下降,说明 3 - PGA 是 RuBP 的羧化产物,故 CO_2浓度降低时,3 - PGA 突然下降,同时说明 3 - PGA 可转变为 RuBP,否则 RuBP 的量不至于升高。

22. 答:CAM 植物同化 CO_2的特点是:CAM 植物晚上气孔开放,吸进 CO_2,在 PEP 羧化酶作用下与 PEP 结合形成苹果酸,累积于液泡中。白天气孔关闭,液泡中的苹果酸便运到细胞质,放出 CO_2,放出的 CO_2参与卡尔文循环形成淀粉等。具有两步羧化的特点。

23. 答:光呼吸是一个氧化过程,被氧化的底物是乙醇酸,故又称 C_2循环,只发生在光照下的绿色细胞里,是由叶绿体、过氧化物体和线粒体 3 种细胞器协同完成的。暗呼吸是一个糖降解过程,被氧化的底物通常是葡萄糖,代谢途径有糖酵解、三羧酸循环和戊糖磷酸途径,可以在暗处、也可以在光下的任何活细胞的线粒体或胞基质中进行。两种呼吸都是吸收氧气和释放二氧化碳。

24. 答:叶片中蔗糖的浓度对输出速率有明显的调节作用。叶片内蔗糖浓度高,在短期内可促进同化物从功能叶输出的速率,但从长远来看,叶片内高浓度的蔗糖则会抑制光合作用。同化物的主动运输需要消耗能量。ATP 的作用可能有两个方面:一是作为直接的动力,二是通过提高膜透性而起作用。在 ATP 合成受抑制的情况下,会对同化物运输产生抑制作用。

25. 答:叶片中制造的有机物质装载到韧皮部筛管分子的过程如下。首先,叶片制造的光合产物蔗糖释放到质外体,然后蔗糖分子再进入筛管 - 伴胞复合体。质外体中的蔗糖分子进入筛管 - 伴胞复合体是与质子协同进行的。因此,有人提出了糖 - 质子协同转移模型。该模型的要点如下:在筛管分子或伴胞的质膜中,H^+ - ATP 酶不断地将 H^+泵到细胞壁(质外体),质外体中 H^+浓度较共质体高,于是形成了跨膜的电化学势差。当 H^+趋于平衡而回流到共质体时,通过质膜上的蔗糖/H^+共向转运器,H^+与蔗糖一同进入筛管分子。因此,该过程是一个主动过程。

26. 答:作物的经济产量 = 生物产量 × 经济系数,而经济系数与同化物的分配有关。在一定的营养生长的基础上,应该促使光合产物尽可能地分配到产品器官,提高经济系数,经济产量就

可进一步提高。否则,生物产量高,经济产量并不一定高。

27. 答:同化物的运输和分配主要有以下几个特点:一是优先供应生长中心;二是就近供应,同侧运输;三是功能叶之间无同化物供应关系;四是同化物和营养元素的再分配与再利用。

28. 答:一株马铃薯在100天内块茎增重250 g,其中有机物质占24%,地下茎韧皮部横截面积0.004 cm^2,同化物运输的比集运量的解法如下。

比集转运速率 = 单位时间内转运的物质的量/韧皮部的横截面积

$$=(250\times24\%)/(0.004\times24\times100)$$

$$=6.25(g/cm^2\cdot h^{-1})$$

答:同化物运输的比集转运速率为6.25 $g/cm^2\cdot h^{-1}$

29. 答:测定光合速率的3种方法及原理如下。

(1) 改良半叶法 主要是测定单位时间、单位面积叶片干重的增加量。

(2) 红外线 CO_2分析法 其原理是 CO_2对特定波长红外线有较强的吸收能力,CO_2量的多少与红外线辐射能量降低量之间有一线性关系。

(3) 氧电极法 氧电极由铂和银所构成,外罩以聚乙烯薄膜,当外加极化电压时,溶氧透过薄膜在阴极上还原,同时产生扩散电流,溶氧量越高,电流愈强。

30. 答:植物种类不同、生长条件不同,造成光合"午休"的原因也不同。有以下几种原因。

(1) 中午水分供给不足、气孔关闭。

(2) CO_2供应不足。

(3) 光合产物淀粉等来不及分解运走,累积在叶肉细胞中,阻碍细胞内 CO_2的运输。

(4) 中午时的高温低湿降低了碳同化酶的活性。

(5) 生理钟调控。

31. 答:氧抑制光合作用的原因是:

(1) 加强氧与 CO_2对 RuBP 的结合竞争,提高光呼吸速率。

(2) 氧能与 $NADP^+$竞争接受电子,使 NADPH 合成量减少,使碳同化需要的还原能力减小。

(3) 氧接受电子后形成的超氧阴离子会破坏光合膜。

(4) 在强光下氧参与光合色素的光氧化,破坏光合色素。

32. 答:植物激素对有机物质的运输和分配有着重要的影响。除 ETH 以外,其他几种激素都有促进有机物质运输的作用。IAA 有吸引有机物质向它所在的器官积累的功能。关于植物激素促进有机物运输的机制有以下几个方面的解释。

(1) 激素与质膜上的受体结合,产生除极化作用,降低膜势。

(2) 植物激素改变膜的物理、化学性质,提高膜透性。

(3) 植物激素促进 RNA 与蛋白质的合成,合成某些与同化物运输有关的酶。

33. 答:合理密植是通过调节种植密度,使作物群体得到合理发展,达到最适的光合面积(合理的叶面积指数),充分利用日光能和地力,就可大大提高光能利用率,提高作物产量。

34. 答:追施 N 肥会提高光合速率的原因有两方面:一方面是间接影响,即能促进叶片面积增大,叶片数目增多,增加光合面积。另一方面是直接影响,即促进叶绿素含量急剧增加,加速光反应。氮亦能增加叶片蛋白质含量,而蛋白质是酶的主要组成成分,使暗反应顺利进行。总之施

N 肥可促进光合作用的光反应和暗反应。

35. 答:把大豆和高粱放在同一密闭照光的室内,一段时间后,大豆首先死亡,一段时间后高粱也死亡。因为大豆是 C_3 植物,它的 CO_2 补偿点高于 C_4 植物高粱。随着光合作用的进行,室内的 CO_2 浓度越来越低,当低于大豆的 CO_2 补偿点时,大豆便没有净光合只有消耗,不久便死亡。此时的 CO_2 浓度仍高于高粱的 CO_2 补偿点,所以高粱仍然能够进行光合作用,当密闭室内的 CO_2 浓度低于高粱的 CO_2 补偿点时,高粱便因不能进行光合作用而死亡。

七、论述题

1. 答:光合作用本质上是一个氧化还原反应。光合作用的原初反应的核心是发生在反应中心的光化学反应。光化学反应实质上是由光引起的反应中心色素与原初电子受体和次级电子供体之间的氧化还原反应。其最终结果是最终电子供体水被光解,释放出电子和氧气和质子;最终电子受体 $NADP^+$ 得到电子被还原生成 NADPH,并进而通过卡尔文循环使二氧化碳固定后产物磷酸甘油酸还原为磷酸丙糖、淀粉。所以说,光合作用过程中,水被氧化到氧,而二氧化碳被还原到糖类。

2. 答:玉米、高粱比小麦、水稻的光合效率高的原因是:玉米、高粱等 C_4 植物光呼吸低。因为光呼吸是由 RuBP 加氧酶催化 RuBP 加氧造成的。C_4 植物在叶肉细胞中只进行由 PEP 羧化酶催化的羧化活动,且 PEP 羧化酶对 CO_2 亲和力高,固定 CO_2 的能力强,在叶肉细胞形成 C_4 二羧酸之后。再转运到维管束鞘细胞,脱羧后放出 CO_2,就起到了"CO_2 泵"的作用,增加了维管束鞘细胞中的 CO_2 浓度,抑制了鞘细胞中 Rubisco 的加氧活性,并提高了它的羧化活性,有利于 CO_2 的固定和还原,不利于乙醇酸形成,不利于光呼吸进行,所以 C_4 植物光呼吸值很低。其次,C_4 植物的 CO_2 补偿点低,也有利于充分利用碳源。而小麦、水稻等 C_3 植物,在叶肉细胞内固定 CO_2,叶肉细胞的 CO_2/O_2 的比值较低,此时,RuBP 加氧酶活性增强,有利于光呼吸的进行,而且 C_3 植物中 RuBP 羧化酶对 CO_2 亲和力低,此外,光呼吸释放的 CO_2,不易被重新固定。其 CO_2 补偿点也较高,不能充分利用 CO_2 进行光合作用。

3. 答:根据化学渗透假说,光合磷酸化的机制如下。植物叶绿体在光照下把无机磷(Pi)与 ADP 转化为 ATP,形成高能磷酸键的过程称为光合磷酸化。解释光合磷酸化机制的学说有多个,受到广泛支持的是英国的米切尔(P. Mitchell)提出的化学渗透学说。该学说认为,质子是不能自由透过类囊体膜的,膜上的电子传递体 PQ 具有亲脂性,含量多,被称为 PQ 库,它可传递电子和质子。在光照下,PQ 在接受 P_{680} 传来的一对电子的同时,可以将膜外基质中的两个质子转移到膜内;此外,水在膜内侧分解也释放出质子,发生环式光合磷酸化时也有质子内运,因而膜内侧质子浓度升高,则膜内电位较"正";膜外侧质子浓度降低,则膜外侧电位较"负",于是膜内外便产生了电位差($\Delta\psi$)和质子浓度差(ΔpH),二者合称质子动力(pmf),是光合磷酸化的原动力。质子沿着浓度梯度通过偶联因子(ATP 合酶)返回膜外时,在 ATP 合酶催化下,由 ADP 和 Pi 合成 ATP。

4. 答:测定光呼吸速率的方法及原理如下。

(1) 光呼吸受氧浓度的影响　当大气中含氧量从 21% 降至 1% ~3% 时,C_3 植物的净光合率约增高 30% ~50%,增加的这部分就代表在高氧气条件下光呼吸的消耗,因此可以分别测定 3% 和 21% O_2 下的光合速率,两者之差便为光呼吸速率。

(2) 测定叶片在光下的吸氧量 在光下测定无 CO_2 空气中叶片的吸氧量。也可以用 $^{18}O_2$ 标记,测定叶片在光下对 $^{18}O_2$ 的吸收速率。

(3) 测定无 CO_2 空气中 CO_2 的释放量 在光下,通入无 CO_2 的气体到叶室中,然后测定叶片 CO_2 的释放量。也可以用 $^{14}CO_2$ 饲喂,先使叶片在光下同化 $^{14}CO_2$ 一段时间,然后通入无 CO_2 的气体,并测定叶片释放出的 $^{14}CO_2$ 量。可以用光下释放的 $^{14}CO_2$ 量和黑暗中释放的 $^{14}CO_2$ 量的比值表示。

(4) 测定从光转暗后的 CO_2 猝发 将 C_3 植物叶片放入叶室,照光一段时间后停止照光,则有 CO_2 释放高峰,一般认为停止光照后的 CO_2 猝发为光呼吸的残余。

5. 答:光呼吸是具有一定的生理功能的,但也有害处。

有利的方面:

(1) 回收碳素 通过 C_2 循环可回收乙醇酸中 3/4 的碳素(2 个乙醇酸转化 1 个 PGA,释放 1 个 CO_2)。

(2) 维持 C_3 光合碳循环的运转 在叶片气孔关闭或外界 CO_2 浓度降低时,光呼吸释放的 CO_2 能被 C_3 途径再利用,以维持 C_3 光合碳循环的运转。

(3) 防止强光对光合机构的破坏 在强光下,光反应中形成的同化力会超过暗反应的需要,叶绿体中 NADPH/NADP、ATP/ADP 的比值增高,由光激发的高能电子会传递给 O_2,形成超氧阴离子自由基 O_2^-,O_2^- 对光合机构具有伤害作用,而光呼吸可消耗过剩的同化力和高能电子,减少 O_2^- 的形成,从而保护光合机构。

(4) 消除乙醇酸 乙醇酸对细胞有毒害作用,它的产生在代谢中是不可避免的。光呼吸是消除乙醇酸的代谢,使细胞免受伤害。另外,光呼吸代谢中涉及多种氨基酸的转化过程,它可能对绿色细胞的氮代谢有利。

有害方面:减少了光合产物的形成和累积,不仅不能贮备能量,还消耗大量能量

6. 答:环境因素水分、光照、温度和矿质等,对同化物的运输均有较大的影响。

(1) 温度 糖的运输速率以 20 ~ 30℃ 最快,高于或低于这个温度范围,运输速率下降。

(2) 光照 可以通过光合作用,影响同化物的运输与分配。功能叶白天的输出率高于夜间。

(3) 水分 水分胁迫使水势降低,光合降低,叶片中可运态蔗糖的浓度降低,影响输出速率。

(4) 矿物质 如 N、P、K、B 等都会对有机物质的运输产生影响。

① N:N 多,营养生长过旺,不利于物质向产品器官输出;N 少则会引起叶片的早衰,C/N 比适中对运输有利。

② P:P 可以促进光合,促进可运态蔗糖浓度的提高,促进 ATP 的合成,所以可以促进物质的运输。

③ K:K 能促进库内蔗糖向淀粉的转化,维持库源两端的压力差,有利于物质的运输。

④ B:B 与糖结合成复合物,有利于透过质膜,从而有利于物质的运输。

7. 答:作物光能利用率低的原因如下。

(1) 辐射到地面的光能只有可见光的一部分能被作物吸收利用,约占总辐射的 40% ~ 50%;而且在作物生长早期,生长缓慢,绿色叶面积小,约有近一半以上的日光能漏射到地面而损失。

(2) 照到叶片上的光被反射、透射。吸收的光能,大量消耗于蒸腾作用,真正参与光合作用的能量转化率约为23%。

(3) 叶片光合能力的限制,夏季强光下会发生光饱和现象和光抑制,作物的"午休"现象也会降低光能利用率。

(4) 暗呼吸和光呼吸的消耗都会减少同化产物的积累,呼吸消耗约占光合产物的20% ~ 30%。

(5) CO_2、矿质元素、水分等供应不足。

(6) 病虫危害。

8. 答:影响植物体内同化物分配的三要素是供应能力、竞争能力及运输能力。

(1) 供应能力 是指源的同化物能否输出以及输出的多少。当源的同化物产生较少,本身生长又需要时,基本不输出;只有同化物形成超过自身需要时,才能输出。且生产越多,外运潜力越大。源似乎有一种"推力",把叶片制造的光合产物的多余部分向外"推出"。

(2) 竞争能力 是指库对同化物的吸引和"争调"的能力。生长速度快、代谢旺盛的部位,对养分竞争的能力强,得到的同化物则多。

(3) 运输能力 包括与源、库之间的输导系统的联系、畅通程度和距离远近有关。源、库之间联系直接、畅通,且距离又近,则库得到的同化物就多。

在这三种因素中,竞争能力起着重要作用。

9. 答:压力流动学说的主要内容如下。

压力流动学说又叫集流学说。其要点是同化物在SE - CC复合体内随着液流的流动而移动,而液流的流动是由于源库两端之间SE - CC复合体内渗透作用所产生的压力势差而引起的。在源端(叶片),光合产物被不断地装载到SE - CC复合体中,浓度增加,水势降低,从邻近的木质部吸水膨胀,压力势升高,推动物质向库端流动;在库端,同化物不断地从SE - CC复合体卸出到库中去,浓度降低,水势升高,水分则流向邻近的木质部,从而引起库端压力势下降。于是在源库两端便产生了压力势差,推动物质由源到库源源不断地流动。

其实验依据是:① 溢泌现象表明,筛管内有正压力的存在;② 在接近源、库的两端存在着糖的浓度梯度,这种梯度的大小与运输相一致;③ 生长素实验表明,生长素的运输能够随着筛管内集流流动。

其不足之处是:① 无法解释筛管中有机物质的双向运输问题;② 物质在筛管进行集流运动,其运动速度很快,需要的压力差并非筛管两端的蔗糖浓度差所能给出的。

10. 答:有机物质运输的收缩蛋白学说认为,筛管分子的内腔有一种由微纤丝相连接的网状结构,微纤丝由收缩蛋白的收缩丝组成。收缩蛋白分解ATP,将化学能转化为机械能,通过收缩与舒张进行同化物的长距离运输。

细胞质泵动学说认为,筛管分子内腔的细胞质呈几条长丝,形成胞纵连束,纵贯筛管分子,在束内呈环状的蛋白质反复地、有节奏地收缩与舒张,把细胞质长距离泵走,糖分随之流动。

这两个学说共同的特点是,认为有机物质的运输需要能量供应,同时解决了筛管中有机物质的双向运输问题。

11. 答:库 - 源关系对作物产量形成有重要影响。作物产量形成的库 - 源关系有3种类型:① 源限制型。② 库限制型。③ 源库协调型。源与库共同存在于一个统一体中,二者相互

依赖、相互制约。要高产不仅需要有大的源与大的库，还要源与库的协调统一。同时，库大会促进源，源大会促进库；库小会抑制源，源小会抑制库。二者相互依赖、相互制约。适当地增源或增库以及协调二者之间的关系，都会达到增产的效果。

12. 答：提高作物产量的途径和措施如下。

（1）增加光合面积 ① 合理密植，充分利用日光能和地力；② 改善株型，可以增加密度，扩大绿色面积。

（2）延长光合时间 ① 提高复种指数，延长单位土地面积上作物的光合时间；② 延长生育期，如适时早播，育苗移栽，地膜覆盖等；③ 补充人工光照，可以在大棚、温室中进行。

（3）提高光合速率 ① 增施有机肥料或深施碳酸氢铵等，增加田间 CO_2 浓度；② 减缓逆境对光合的抑制作用；减轻光合午休；③ 延缓早衰。

（4）降低呼吸消耗 施用光呼吸抑制剂，降低光呼吸速率；改善田间通风透光条件，避免田间温度过高导致呼吸消耗过大。

（5）采用植物生物技术方法 选育株型好、绿色叶面积大、抗逆性强、叶片不早衰的、光合效率高的高产优质新品种。

5.5 启发性思考题

1. 作物的光合速率高产量就一定高，这种说法是否正确，为什么？
2. 如何控制作物有机物质的运输和分配，实现农业高产、稳产？
3. 在现代农业中，如何科学地调控作物的光呼吸？
4. 把大豆和高粱放在同一密闭照光的室内，一段时间后会出现什么现象？为什么？
5. 光合作用在现代农业中的地位、前景如何？

第6章　植物生长物质

6.1　学习内容要求

6.1.1　了解内容

1. 细胞信号转导。
2. 植物生长物质的种类。
3. 植物激素的发现和结构。
4. 植物激素的合成和降解。

6.1.2　熟悉内容

1. 植物激素的分布和运输。
2. 植物激素的作用机制。
3. 其他天然的植物生长物质。
4. 植物激素信号的细胞转导途径。

6.1.3　掌握内容

1. 植物生长物质的概念。
2. 生长素的生物合成途径及其作用机制。
3. 植物激素的生理作用特点。
4. 人工合成植物生长调节剂在农业生产中的应用。

6.2　学习内容提要

6.2.1　基本内容

1. 细胞信号转导

所谓细胞信号转导是指细胞中偶联各种胞外刺激信号与其相应的生理反应之间的一系列分子反应机制。植物细胞信号转导的分子途径可分为4个阶段:① 胞外刺激信号传递到细胞表面。② 跨膜信号转换。③ 胞内信号转导(胞内信号传递、放大、整合和蛋白质可逆磷酸化)。④ 产生细胞反应。

1) 胞外刺激信号传递

胞外刺激信号包括环境因素(如光、温、水、病虫等)和胞间信号(如植物激素、电波、水压力)刺激产生的信号传递,到达细胞质膜表面与受体相结合。上述胞外刺激信号就是细胞信号转导过程中的初级信使,即第一信使。

2)跨膜信号转换

当某种刺激信号与膜上的特异受体结合后,激活的受体将信号传递给G蛋白,G蛋白被激活后,继而触发效应器,把胞外信号转换成胞内信号,然后再启动下游的各种信号转导系统,并对原初信号进行放大以及激活次级信号。

所谓受体,是指在细胞质膜上能与信号物质特异性结合,并引发产生胞内次级信号的特殊成分。一般认为受体存在于质膜上。质膜表面有3种类型受体:G蛋白偶联受体,酶偶联受体,离子通道偶联受体。G蛋白全称为GTP结合调节蛋白,此类蛋白由于其生理活性有赖于鸟苷三磷酸(GTP)的结合以及具有GTP水解酶的活性而得名。

目前对受体研究较多的是光受体和激素受体。植物细胞的光受体有3类:

(1)光敏色素 对红光和远红光敏感。

(2)隐花色素 对蓝光和紫外线A敏感。

(3)紫外线B光受体 对紫外线B敏感。一种类型的受体只能引起一种类型的转导过程,但一种外部信号可同时引起不同类型表面受体的识别反应,从而产生两种或两种以上的信使物质。

3)胞内信号的转导

胞外刺激信号激活受体、活化G蛋白,继而启动效应器产生的有生理调节活性的细胞内因子,称其为细胞信号转导过程中的次级信号,即第二信使。目前发现的植物细胞第二信使系统主要有钙信号系统、肌醇磷脂信号系统、环核苷酸信号系统。

植物体内许多功能蛋白转录后需经共价修饰才能发挥其生理功能,蛋白质的可逆磷酸化就是进行共价修饰的过程。该过程分别由一组蛋白激酶和蛋白磷酸酯酶所催化,它们是上述的几类胞内信使进一步作用的靶酶,也即胞内信号通过调节胞内蛋白质的磷酸化或去磷酸化过程而进一步转导信号。

4)最后导致特定的细胞生理反应,如细胞分裂、扩大及分化等。

2. 植物生长物质的概念和种类

植物生长物质是指具有调节生长发育的一些生理活性物质,包括植物激素和植物生长调节剂。前者是指在植物体内合成的,可以移动的,对生长发育产生显著作用的微量有机物质;后者是指人工合成的具有类似植物激素生理活性的化合物。植物激素有五类:生长素类(AUXs)、赤霉素类(GAs)、细胞分裂素类(CTKs)、脱落酸(ABA)和乙烯(Eth)。植物生长调节剂有:萘乙酸(NAA)、矮壮素(CCC)、三碘苯甲酸(TIBA)等。

3. 生长素类

生长素是最早发现的一种植物激素,1934年人们已经从微生物和高等植物中分离出生长素吲哚乙酸(IAA)。IAA在细菌、真菌、藻类、蕨类和种子植物普遍存在。IAA在植物体中的含量为10~100 $ng \cdot g^{-1}FW$。植物体内的生长素有自由态和束缚态两种,生长素具有极性运输。生长素的合成有4条途径,即吲哚丙酮酸途径,色胺途径,吲哚乙醇途径和吲哚乙腈途径。生长素的降解有酶促降解和光氧化。生长素的受体是ABP1,其诱导基因有两类:早期基因和晚期基因。

生长素有促进细胞生长的作用,其作用机制是生长素与质膜上受体结合,结合后的信号,一方面传至质膜上的 H^+ 泵 ATPase,使胞质中的 H^+ 泵出细胞壁,细胞壁酸化,引起细胞壁疏松。另一方面,信号传至细胞核活化基因,使之合成 mRNA,翻译为蛋白质。增加细胞的吸水能力,最终促进了细胞生长。人工合成的生长素类主要有 NAA、IBA、IAA、2,4 - D 等,它们有促使插条生根、防止器官脱落、顶端优势、性别分化控制、单性结实和促进结实等作用。

4. 赤霉素类

赤霉素(GA)是日本人 Kursawa E. 于 1926 年从水稻恶苗病的研究中发现的。赤霉素的基本结构是赤霉素烷,有 A、B、C、D4 个环组成。赤霉素广泛分布于细菌、真菌、藻类及高等植物中。目前已发现的赤霉素达 120 多种,最常见的是 GA_3。GA 有自由态和结合态两种形式。GA 是由甲瓦龙酸转变而来的,甲瓦龙酸是由乙酰 CoA 合成的。在禾谷类的糊粉层细胞中 GA 诱发淀粉酶的合成。GA 有促进细胞的伸长作用,其作用机制是:GA 与质膜上的受体结合,该信号使胞内的 Ca^{2+} 与 CaM 结合,被激活的 CaM 作用于细胞核的 DNA,使之形成 mRNA,mRNA 与细胞质中的核糖体结合,形成新的蛋白质(酶),于是促进了细胞的伸长。GA 还有防止器官脱落和打破休眠的作用。

5. 细胞分裂素

细胞分裂素(CTK)是腺嘌呤的衍生物。CTK 有天然和人工合成的两大类。天然的 CTK 有玉米素、玉米素核苷等,人工合成的有 6 - BA、激动素等。CTK 广泛分布于细菌、真菌、藻类和高等植物中,CTK 的生物合成是由甲瓦龙酸开始的,CTK 是在细胞的微粒体中合成。拟南芥中的 CTK 受体是 CRE1、AHK2 和 AHK3。CTK 能促进细胞的分裂和扩大,诱导花芽分化和延缓叶片衰老作用。CTK 对转录和翻译水平起调控作用。

6. 乙烯

乙烯(ETH)是一种气体激素。ETH 广泛存在于真菌、细菌及高等植物体中,ETH 生物合成的起始物是蛋氨酸(甲硫氨酸),直接前体物质是 1 - 氨基环丙烷 - 1 - 羧酸(ACC)。ACC 在有氧条件下和 ACC 氧化酶催化下合成乙烯。ETH 的受体是被基因家族编码的。ETH 具有"三重反应",有促进细胞扩大,诱导果实成熟、促进器官脱落和促进次生代谢物分泌、促进衰老等作用,其作用方式是促进 RNA 及蛋白质的合成,改变膜透性。

7. 脱落酸

脱落酸(ABA)是一种以异戊二烯为基本单位组成的倍半萜羧酸,存在于被子植物、裸子植物和蕨类植物的各种器官和组织中。ABA 生物合成前体物质是甲瓦龙酸。ABA 有促进脱落,促进休眠、促进气孔关闭、抑制细胞分裂和伸长和提高作物抗逆性(干旱信号)等作用。ABA 的受体位于保卫细胞的外边和内边。ABA 的作用机制是控制核酸和蛋白质的合成。

8. 其他天然植物生长物质

除了 5 大类植物激素外,植物体内还含有其他天然植物生长物质,主要包括油菜素内酯(BR)、多胺(PA)、茉莉酸(JA)和水杨酸(SA)等。其中,BR 的生理作用主要是促进细胞伸长和分裂。还可提高作物的抗冷性、抗旱性和抗盐性,提高玉米产量。PA 具有促进生长、延迟衰老、适应逆境条件。JA 可以促进乙烯合成、叶片衰老、叶片脱落、气孔关闭、呼吸作用以及抑制种子萌发、抑制营养生长等。还能提高植物的抗逆性。SA 可诱导抗氰呼吸和致病相关蛋白的合成,提高抗病能力。还有抑制 ACC 转变为乙烯的作用。

9. 植物生长抑制物质

植物生长抑制物质可分为两大类:一是生长抑制剂和生长延缓剂。它们抑制顶端分生组织生长,破坏顶端优势。天然的生长抑制剂有脱落酸、绿原酸等,人工合成的有三碘苯甲酸、整形素等。它们是抗生长素的。二是生长延缓剂。它们抑制茎部近顶端分生组织的细胞延长,使节间缩短、矮化。全部是人工合成的,如 CCC、Pix,PP_{333},S-3307,B_9等物质,它们都能抑制赤霉素的生物合成,所以是抗赤霉素的。

6.2.2 重点内容

1. 植物细胞内钙信号传递系统。
2. 植物激素和生长调节剂的概念、分类。
3. 生长素和乙烯的生物合成途径和调节。
4. 植物激素的生理作用和植物生长调节剂在农林业生产中的应用。

6.3 自测试题

一、名词解释

1. 细胞信号转导
2. 第一信使
3. 第二信使
4. 受体
5. G蛋白
6. 蛋白质磷酸化作用
7. 酪氨酸蛋白激酶
8. 植物生长物质
9. 植物激素
10. 激素受体
11. 植物激素结合蛋白
12. 植物生长调节剂
13. 极性运输
14. 酸生长理论
15. 束缚生长素
16. 自由生长素
17. 生长素结合蛋白
18. 燕麦单位
19. 自由赤霉素
20. 结合赤霉素
21. 多胺
22. 偏上生长
23. 生长抑制剂
24. 生长延缓剂
25. 乙烯"三重反应"
26. 靶细胞

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. IP_3
2. DG
3. PKC
4. TPK
5. CDPK
6. PLC
7. CaM
8. CaMBPs
9. cAMP
10. AUXs
11. IAA
12. IPA
13. NPA
14. IBA
15. NAA
16. PAA

17. 4 - CL - IAA
18. NOA
19. 2,4,5 - T
20. 2,4 - D
21. IAld
22. ABP1
23. GAs
24. GA_3
25. CTKs
26. [9R]Z
27. 6 - BA
28. iP
29. iPA
30. Z
31. KT
32. iPP
33. ETH
34. SAM
35. ACC
36. MVA
37. MTA
38. MACC
39. AVG
40. AOA
41. ABA
42. PA
43. FC
44. DPA
45. MTR
46. CEPA
47. JAs
48. JA
49. MeJA
50. SA
51. Ade
52. Pix
53. MH
54. DU
55. TIBA
56. BRs
57. BR
58. [diH]Z
59. CCC
60. PP_{333}
61. B_9
62. S - 3307

三、填空题

1. 植物细胞信号转导的分子途径可分 4 个阶段:_____、_____、_____和_____。
2. 植物细胞的胞间信号包括_____和_____。
3. 细胞质膜表面分布着的 3 类受体是:_____、_____和_____。
4. 植物生长物质包括:_____和_____。
5. 经典的植物激素包括:_____、_____、_____、_____和_____。
6. 植物体内新发现的天然生长物质有:_____、_____、_____和_____。
7. 最早发现的植物激素是_____。
8. 日本人 Yabuta 成功地分离出赤霉素是在_____年。
9. 赤霉素的化学结构中均具有_____的基本结构。
10. 构成脱落酸的基本单位是_____。
11. 植物体内天然存在的生长素类物质有_____、_____、_____和_____。
12. 植物体内的天然的细胞分裂素有_____、_____、_____和_____。
13. 人工合成的生长素类主要有_____、_____和_____等。
14. 人工合成的细胞分裂素有_____、_____和_____。

15. 脱落酸有两种_____异构体，又有两种_____异构体。

16. 油菜素内酯的基本结构是_____。

17. 植物体中IAA的合成发生于细胞_____和_____，一般以_____、_____和_____为主。

18. 玉米素(Z)是Letham在1963年首次从_____中提取出来的。

19. 1962年Stob等从玉米赤霉菌的培养物中分离出的一种活性物质，1966年命名为_____。

20. 高等植物中生长素运输的最大特点是_____。

21. 高等植物体内GA合成的部位主要是_____、_____、_____和_____等。

22. 细胞分裂素的主要合成部位是_____、_____和_____的细胞内_____。

23. 细胞分裂素是_____的衍生物。

24. 细胞分裂素有_____和_____两种存在形式。

25. 赤霉素、细胞分裂素和脱落酸生物合成的前体物质都是_____。

26. 吲哚乙酸生物合成前体物质是_____，直接前体物质是_____。

27. 促进插条生根的植物激素是_____，诱导大麦糊粉层α-淀粉酶形成的植物激素是_____。

28. 促进气孔开放的植物激素是_____；抑制气孔开放的植物激素是_____。

29. 促进瓜类植物多开雌花的植物激素是_____，促进瓜类植物多开雄花的植物激素是_____。

30. 促进植物茎的伸长植物激素是_____，促进果实成熟的植物激素是_____。

31. 破除马铃薯和洋葱休眠的植物激素是_____；加速橡胶分泌乳汁的植物激素是_____。

32. 有明显促进植物矮化的植物生长调节剂是_____和_____等。

33. 高等植物中主要的多胺是_____、_____和_____。

34. 佛焰花序植物开花时的产热效应与内源_____含量大幅度增加有关。

35. 人工合成的生长抑制剂有_____和_____等。

四、选择题(单选或多选)

1. 植物信号转导中胞间化学信号有(　　)。

A. 水杨酸　　B. 乙烯　　C. 脱落酸　　D. 丙酮酸

2. 植物信号转导中胞间物理信号有(　　)。

A. 电信号　　B. 辐射　　C. 声　　D. 水力学信号

3. 肌醇磷脂信号系统的两种信号分子是(　　)。

A. DG　　B. ATP　　C. IP_3　　D. Ca^{2+}

4. 植物胞间化学信号长距离传递的主要途径是(　　)。

A. 导管　　B. 细胞质　　C. 内质网　　D. 胞间连丝

5. 植物细胞的光受体有(　　)。

A. 光敏色素　　B. 花青素　　C. 隐花色素　　D. 番茄红素

6. 发现最早、分布最广的天然生长素是(　　)。

A. IBA　　B. CTK　　C. IAA　　D. ETH

7. 生长素在植物体中的含量每克鲜重通常在(　　)。
A. 10～100 mg　B. 10～100 ng　C. 100～1 000 mg　D. 1～10 mg
8. 最早从甜玉米未成熟的种子中提取出来的细胞分裂素是(　　)。
A. 玉米素　B. 激动素　C. 玉米素核苷　D. 异戊烯基腺苷
9. 已发现的植物体的内源生长素类物质有(　　)。
A. PAA　B. 4－CL－IAA　C. IAA　D. IBA
10. 赤霉素是由4个异戊二烯组成的(　　)。
A. 单萜　B. 三萜　C. 四萜　D. 双萜
11. 细胞分裂素是(　　)的衍生物。
A. 嘧啶　B. 腺嘌呤　C. 甘油　D. 肌醇
12. ETH生物合成的前体物质是(　　)。
A. 甲硫氨酸　B. 丙氨酸　C. 谷氨酸　D. 色氨酸
13. ETH生物合成的直接前体物质是(　　)。
A. MTR　B. SAM　C. ACC　D. MTA
14. 促使植物体内乙烯的生物合成量增多的因素有(　　)。
A. GA　B. O_2浓度高　C. >35℃　D. 果实成熟
15. 不具有极性运输的植物激素是(　　)。
A. IAA　B. GA_3　C. CK　D. ETH
16. 生长素的极性运输只局限于(　　)的薄壁细胞之间。
A. 胚芽鞘　B. 根尖　C. 叶鞘　D. 茎尖
17. IAA的生物合成与(　　)离子有关。
A. Fe^{2+}　B. Zn^{2+}　C. K^+　D. Br^-
18. 细胞分裂素生物合成是在细胞的(　　)中进行的。
A. 线粒体　B. 叶绿体　C. 微粒体　D. 内质网
19. 赤霉素的受体位于(　　)。
A. 糊粉层细胞表面　B. 叶绿体　C. 胞质溶胶　D. 线粒体
20. 脱落酸的受体位于(　　)。
A. 表皮细胞质膜　B. 保卫细胞质膜的内外侧　C. 胞质溶胶　D. 线粒体外膜
21. 组织培养中细胞分裂素与生长素比值高时诱导(　　)。
A. 根的分化　B. 芽的分化　C. 茎的分化　D. 芽的休眠
22. 被认为CTK特有的生理作用的是(　　)。
A. 延缓叶片衰老　B. 诱导生根　C. 促进脱落　D. 促进开花
23. 促进植物叶子气孔开放的激素是(　　)。
A. IAA　B. CTK　C. GA_3　D. ABA
24. 促进植物叶子气孔关闭的激素是(　　)。
A. GA_3　B. IAA　C. ABA　D. ETH
25. 每克鲜重的植物体ABA含量是(　　)。
A. 10～50 mg　B. 10～50 ng　C. 100～1 000 ng　D. 1～5 ng

26. 促进植物果实成熟的植物激素是(　　)。

A. GA_3　　B. ABA　　C. ETH　　D. CTK

27. 天然的脱落酸是(　　)的。

A. 左旋　　B. 右旋　　C. 左右旋各一半　　D. 左旋60%、右40%

28. 脱落酸对核酸和蛋白质生物合成有(　　)。

A. 促进　　B. 抑制　　C. 无影响　　D. 影响很小

29. 多胺生物合成的前体物质是(　　)。

A. 精氨酸　　B. 赖氨酸　　C. 谷氨酸　　D. 蛋氨酸

30. 乙烯对蛋白质生物合成有(　　)。

A. 促进　　B. 抑制　　C. 无影响　　D. 影响很小

31. 向小麦喷施生长延缓剂可以(　　)。

A. 植株矮小　　B. 叶面积小　　C. 提高根冠比　　D. 节间延长

32. 常见的植物生长延缓剂有(　　)。

A. CCC　　B. PP_{333}　　C. 萘乙酸　　D. B_9

五、是非判断题

1. ABA是植物细胞内的主要胞间化学信号之一。(　　)

2. 植物细胞的胞间物理信号电波长距离运输,是通过共质体。(　　)

3. 胞外信号在膜上的信号转换与G蛋白密切相关。(　　)

4. 钙调蛋白是一种耐热、碱性小分子可溶性球蛋白。(　　)

5. 赤霉素是一种最早发现的植物激素。(　　)

6. 在细胞分裂素类物质中最早被发现的是激动素。(　　)

7. 细胞分裂素广泛分布于细菌、真菌、藻类和高等植物中。(　　)

8. IBA只能人工合成,植物体中不能合成IBA。(　　)

9. 自由态的赤霉素才具有生理活性。(　　)

10. 结合态的生长素才具有生理活性。(　　)

11. 生长素的极性运输仅局限于胚芽鞘、幼茎、幼根的薄壁细胞之间的短距离运输。(　　)

12. 赤霉素在植物体内具有极性运输。(　　)

13. 细胞分裂素类在植物体内不具有极性运输。(　　)

14. 赤霉素诱导黄瓜雌花的形成。(　　)

15. 植物体内GA_{12}-7-醛是合成各种GA的前体。(　　)

16. 植物体内乙烯生物合成的前体物质是色氨酸。(　　)

17. 经过多年的研究,目前尚不能人工合成油菜素内酯。(　　)

18. 细胞分裂素类异戊烯基腺嘌呤(iPA)的作用是保护tRNA。(　　)

19. 细胞分裂素有促进细胞分裂和扩大的作用。(　　)

20. 植物体受伤时乙烯形成会增多。(　　)

21. AVG和AOA促进植物体内乙烯的合成。(　　)

22. 植物体中根、茎、叶、果实及种子都可以合成ABA。(　　)

23. CCC 可加速植株长高,叶色浅绿,叶面积扩大。( )
24. JA 的生物合成途径是以不饱和脂肪酸亚麻酸为起点。( )
25. TIBA 是一种促进生长素运输的物质。( )
26. 多胺可以抑制苹果花芽分化,降低着果率。( )
27. CTK 具有诱导气孔关闭的功能。( )
28. 马来酰肼的作用与生长素相反,是抑制植物生长的。( )
29. 水杨酸具有促进 ACC 转变为乙烯的作用。( )
30. 油菜素内酯既可以促进细胞分裂,又可以促进细胞伸长。( )

六、简答题

1. 简述细胞信号转导的 4 个阶段。
2. 简述 Ca^{2+} 作为第二信使作用的调幅机制和调敏机制。
3. IAA 生物合成有哪几个途径?
4. 乙烯的生物合成受哪些因素调节?
5. 束缚态生长素在植物体内有哪些作用?
6. 生长素具有极性运输的方式,这种方式为什么是主动运输?
7. 生长素和赤霉素都影响茎的伸长,茎对生长素和赤霉素的反应在哪些方面表现出差异?
8. 乙烯诱导果实成熟的原因是什么?
9. 细胞分裂素为何可以延迟叶片衰老?
10. 油菜素内酯有哪些主要生理作用?
11. 高等植物中的多胺主要有哪几种? 其主要生理功能如何?
12. 植物体内自由生长素的含量水平是如何调节的?
13. 相比于动物激素,植物激素有哪些特点?
14. 试述 GA 的生物合成途径。
15. 试述 ABA 的生物合成途径。

七、论述题

1. 植物细胞信号转导中的膜上信号转换是如何实现的?
2. 试述植物细胞的胞内信号传递系统的类型和现状?
3. 试述蛋白质可逆磷酸化作用在细胞信号转导中的重要意义 。
4. 激素受体所必需满足的 4 个条件是什么? 有什么证据说明 ABP1 是生长素的受体?
5. 试述生长素诱导细胞伸长的机制。
6. 试述 GA 诱导细胞伸长的机制。
7. 试述 ABA 引起气孔关闭的作用机制。
8. 试述 IAA 在植物体内的运输机制。
9. 生长抑制剂与生长延缓剂抑制生长的作用方式有何不同?
10. 人工合成生长素在农业生产上有哪些作用?
11. 赤霉素在生产上有哪些作用?
12. 植物生长调节剂在农业生产中应用有哪些方面? 应注意些什么?

6.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 细胞信号转导(cell signal transduction):是指偶联各种胞外刺激信号(包括各种内、外源刺激信号)与其相应的生理反应之间的一系列分子反应机制。

2. 第一信使(first messenger):能引起胞内信号的胞间信号(包括化学信号和物理信号)和某些环境刺激信号。又称初级信使(primary messenger)。

3. 第二信使(second messenger):由胞外刺激信号激活或抑制的、具有生理调节活性的细胞内因子。又称次级信使(secondary messenger)。

4. 受体(receptor):是指位于细胞质膜上能与化学信号物质特异地结合,并能把胞外信号转换为胞内信号,发生相应细胞反应的物质。

5. G蛋白(G proteins):全称为GTP结合调节蛋白(binding regulatory protein, GTP)。位于质膜内侧的由不同亚基构成的多聚体蛋白。受体接受胞外信号分子到产生胞内信号分子之间的信号转换是通过G蛋白偶联起来的。故G蛋白又称为信号转换蛋白。

6. 蛋白质磷酸化作用(protein phosphorylation):是指由蛋白激酶催化的把磷酸基转移到底物蛋白质氨基酸残基上的过程。

7. 酪氨酸蛋白激酶(tyrosine protein kinase):具有很高的特异性,只能磷酸化蛋白质中的酪氨酸残基的蛋白激酶。

8. 植物生长物质(plant growth substances):是指具有调节生长发育的一些生理活性物质,包括植物激素和植物生长调节剂。

9. 植物激素(plant hormones, phytohormones):指在植物体内合成的,可以移动的,对生长发育产生显著作用的微量有机物质。

10. 激素受体(hormone receptor):位于细胞膜上或细胞内的特异的蛋白质,能与激素特异结合,并在结合后引起特定的生理效应。

11. 植物激素结合蛋白(plant hormone - binding protein):结合蛋白通常具有4方面的结合特征:① 与激素的结合具有专一性,即某一种结合蛋白只与一种类型的激素或其结构类似物结合;② 与激素的结合表现出高亲和性;③ 与激素分子的结合有饱和性;④ 与激素的结合有可逆性。

12. 植物生长调节剂(plant growth regulators):人工合成的具有类似植物激素生理活性的化合物。

13. 极性运输(polar transport):在植物胚芽鞘、幼茎或幼根中,IAA经由维管束鞘细胞,总是从形态学上端运向下端。

14. 酸生长理论:IAA与受体结合激活质膜上的H^+ - ATPase,H^+被转运到细胞壁空间,酸化细胞壁,进而激活了一种乃至多种适宜低pH的壁水解酶,使细胞壁中纤维素分子之间的交联键打开,使壁松弛,增加壁的伸展性。

15. 束缚生长素(bound auxin):指没有活性,需要通过酶解、水解或自溶作用从束缚物释放出来的生长素。

16. 自由生长素(free auxin):指具有活性,易于提取出来的生长素。

17. 生长素结合蛋白(auxin - binding protein):即位于质膜上的生长素受体,可使质子泵将膜内的质子泵至膜外,引起质膜的超极化,胞壁松弛。也有的位于胞基质和核质中,促进 mRNA 的合成。

18. 燕麦单位(Avena unit):使燕麦胚芽鞘弯曲 10°(在 22 ~ 23℃的温度和 92% 的相对湿度下)的 2 mm^3 琼脂块中的生长素含量。

19. 自由赤霉素(free gibberellin):指未被其他分子所结合的、易被有机溶剂提取出来的赤霉素。

20. 结合赤霉素(conjugated gibberellin):指与其他大分子或小分子结合的,没有活性,需要通过酶解、水解从束缚物释放出来的赤霉素。

21. 多胺(polyamine):是一类脂肪族含氮碱。高等植物中的多胺主要有 5 种:腐胺、尸胺、亚精胺、精胺和缬精胺。

22. 偏上生长(epinasty growth):指器官的上部生长速度快于下部的现象,导致叶片下垂等。

23. 生长抑制剂(growth inhibitor):抑制植物顶端分生组织生长、破坏顶端优势的生长调节剂,如整形素、马来酰肼,具有抗生长素特性。

24. 植物生长延缓剂(plant growth retardant):能阻断 GAs 的生物合成,表现出抑制节间伸长效应的化合物,也称为抗赤霉素(antigibberellins),如矮壮素(cycocel, CCC)、多效唑(paclobutrazol, PP_{333})和缩节胺(mepiquat chloride, PIX)等。

25. 乙烯"三重反应"(triple response of ethylene):指乙烯使黄化豌豆幼苗变矮、变粗和横向生长。

26. 靶细胞(target cell):与激素结合并呈现激素效应部位的细胞。大麦糊粉层细胞就是 GA 作用的靶细胞。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. IP_3:肌醇三磷酸
2. DG:二酯酰甘油
3. PKC:蛋白激酶 C
4. TPK:酪氨酸蛋白激酶
5. CDPK:钙依赖型蛋白激酶
6. PLC:磷脂酶 C
7. CaM:钙调素
8. CaMBPs:钙调素结合蛋白
9. cAMP:环腺苷酸
10. AUXs:生长素类
11. IAA:吲哚乙酸
12. IPA:吲哚丙酮酸
13. NPA:萘基邻氨甲酰苯甲酸
14. IBA:吲哚丁酸
15. NAA:萘乙酸
16. PAA:苯乙酸

17. 4 - CL - IAA:4 - 氯吲哚乙酸
18. NOA:萘氧乙酸
19. 2,4,5 - T:2,4,5 - 三氯苯氧乙酸
20. 2,4 - D:2,4 - 二氯苯氧乙酸
21. IAld:吲哚乙醛
22. ABP1:生长素结合蛋白(受体)
23. GAs:赤霉素类
24. GA_3:赤霉酸
25. CTKs:细胞分裂素类
26. [9R]Z:玉米素核苷
27. 6 - BA:6 - 苄基腺嘌呤
28. iP:异戊烯基腺嘌呤
29. iPA:异戊烯基腺苷
30. Z:玉米素
31. KT:激动素
32. iPP:异戊烯基焦磷酸
33. ETH:乙烯
34. SAM:S - 腺苷甲硫氨酸
35. ACC:1 - 氨基环丙烷 - 1 - 羧酸
36. MVA:甲羟戊酸
37. MTA:5' - 甲硫基腺苷
38. MACC:丙二酰基 ACC
39. AVG:氨基乙氧基乙烯基甘氨酸
40. AOA:氨基氧乙酸
41. ABA:脱落酸
42. PA:红花菜豆酸
43. FC:壳梭孢素
44. DPA:二氢红花菜豆酸
45. MTR:5' - 甲硫基核糖
46. CEPA:2 - 氯乙基膦酸
47. JAs:茉莉酸类
48. JA:茉莉酸
49. MeJA:茉莉酸甲酯
50. SA:水杨酸
51. Ade:腺嘌呤
52. Pix:1,1 - 二甲基哌啶翁氯化物(缩节胺)
53. MH:马来酰肼
54. DU:二苯脲

55. TIBA:2,3,5 - 三碘苯甲酸
56. BRs:油菜素甾体类
57. BR:油菜素内酯
58. [diH]Z:二氢玉米素
59. CCC:2 - 氯乙基三甲基氯化铵(矮壮素)
60. PP_{333}:氯丁唑(多效唑)
61. B_9:二甲基氨基琥珀酰胺酸、B995
62. S - 3307:烯效唑、优康唑

三、填空题

1. 胞间信号传递 膜上信号转换 胞内信号转导(胞内信号传递和蛋白质可逆磷酸化)产生细胞生理反应
2. 化学信号 物理信号
3. G 蛋白偶联受体 酶偶联受体 离子通道偶联受体
4. 植物激素 植物生长调节剂
5. 生长素类 赤霉素类 细胞分裂素类 脱落酸 乙烯
6. 油菜素内酯 多胺 茉莉酸 水杨酸
7. 生长素类
8. 1935 年
9. 赤霉素烷
10. 异戊二烯
11. IAA IBA 4 - CI - IAA PAA
12. 玉米素 二氢玉米素 异戊烯基腺苷 玉米素核苷
13. NAA NOA 2,4 - D
14. KT 6 - BA PBA
15. 旋光 几何
16. 甾醇
17. 旺盛分裂 生长的部位 嫩叶 茎端的分生组织 正在成长的种子
18. 甜玉米未成熟种子
19. 玉米赤霉烯酮
20. 极性运输
21. 生长中的种子 果实 幼茎顶部 根部
22. 根尖 生长中的种子 果实 微粒体
23. 腺嘌呤
24. 自由细胞分裂素 结合细胞分裂素
25. 甲羟戊酸
26. 色氨酸 吲哚乙醛
27. IAA GA
28. CTK ABA

29. IAA 或 ETH　GA

30. GA　ETH

31. GA　ETH

32. CCC　PP_{333}

33. 精胺　亚精胺　腐胺

34. 水杨酸

35. TIBA　MH

四、选择题（单选或多选）

1. A、B、C	2. A、D	3. A、C	4. A	5. A、C	6. C	7. B
8. A	9. A、B、C、D	10. D	11. B	12. A	13. C	14. B、C、D
15. B、C、D	16. A、B、D	17. B	18. C	19. A	20. B	21. B
22. A	23. B	24. C	25. B	26. C	27. B	28. B
29. A、B、D	30. A	31. A、B、C	32. A、B、D			

五、是非判断题

1.（√）	2.（×）	3.（√）	4.（×）	5.（×）	6.（√）	7.（√）
8.（×）	9.（√）	10.（×）	11.（√）	12.（×）	13.（√）	14.（×）
15.（√）	16.（×）	17.（×）	18.（√）	19.（√）	20.（√）	
21.（×）	22.（√）	23.（×）	24.（√）	25.（×）	26.（×）	
27.（×）	28.（√）	29.（×）	30.（√）			

六、简答题

1. 答：细胞信号转导的4个阶段为：

（1）胞外刺激信号传递。

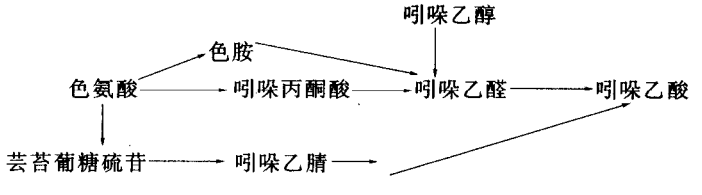
（2）膜上信号转换。

（3）胞内信号转导（胞内信号传递和蛋白质可逆磷酸化）。

（4）产生特定的细胞生理反应。

2. 答：细胞外不同的刺激信号，如光照、重力、电波、激素和病原菌等所具有的特异性，可引起胞内游离 Ca^{2+} 浓度的变化，时间、幅度、频率和区域化分布等都不相同，并通过与受体蛋白 CaM 结合而作用于靶细胞，引起各不相同的细胞生理反应。这种方式称之为调幅机制。所谓调敏机制是指在细胞内钙浓度保持不变的情况下，通过调节 CaM 或靶酶对 Ca^{2+} 的敏感程度而调节细胞生理反应。上述两种调节机制并不是截然分开，在细胞中是相互协调有序地进行，共同参与钙信使系统对生理反应的调控过程。

3. 答：IAA 的生物合成途径有4条：① 吲哚丙酮酸途径。② 色胺途径。③ 吲哚乙醇途径。④ 吲哚乙腈途径。



4. 答:乙烯生物合成有3个关键酶:① ACC 合酶:受种子萌发、果实成熟、器官衰老、伤害、干旱、水涝、病虫害及生长素等促进。乙烯的自我催化或自我抑制,还受 AOA、AVG 抑制;② ACC 氧化酶:受乙烯自我催化,受钴、DNP、没食子酸丙酯、缺氧等抑制;③ ACC 丙二酰基转酶:受水分胁迫、硫酸根促进,受乙烯促进,自我抑制乙烯生成。

5. 答:束缚态生长素在植物体内的作用如下。

(1) 作为贮藏形式　如 IAA 与葡萄糖结合形成吲哚乙酰葡糖。

(2) 作为运输的形式　如 IAA 与肌醇结合形成吲哚乙酰肌醇。

(3) 解毒作用。

(4) 调节自由生长素的含量。

6. 答:生长素具有极性运输的方式,它是由某些载体介导的主动运输。使用呼吸链抑制剂氰化物和解偶联剂 DNP 均能抑制 IAA 极性运输,说明 IAA 极性运输需要有氧呼吸提供能量。另外,植物组织对放射性 IAA 的吸收受到非放射性 IAA 的部分抑制,说明放射性标记与非标记的 IAA 竞争数量有限的载体位点。

7. 答:生长素和赤霉素都影响茎的伸长,茎对生长素和赤霉素的反应是存在差异的。

生长素类仅能促进离体组织的伸长,使用外源 IAA 很难引起完整的茎和胚芽鞘的生长反应;GAs 能促进完整植物的茎伸长生长。

8. 答:乙烯诱导果实的成熟的原因是:乙烯与质膜的受体结合之后,能诱发质膜的透性增加,使 O_2 容易通过质膜进入细胞质,诱导水解酶的合成,使呼吸作用增强,分解有机物速度加快,达到促使果实成熟的作用。

9. 答:细胞分裂素可以延迟叶片衰老的原因如下。

(1) 可以抑制核糖核酸酶、脱氧核糖核酸酶、蛋白酶等的活性,延缓了核酸、蛋白质、叶绿素的分解。

(2) 可以促使营养物质向其应用部位移动。

10. 答:油菜素内酯主要的生理作用是促进细胞伸长和分裂的作用。这是因为它促进细胞内 DNA 和 RNA 的合成,使蛋白质含量增高,同时它还使细胞壁酸化,最终导致细胞的分裂和伸长。还可加强 RuBP 羧化酶的活性,从而提高光合速率。此外,还能增强植物的抗逆性。

11. 答:高等植物中的多胺主要有精胺、亚精胺、腐胺等,其主要生理功能如下。

(1) 促进细胞内核酸的合成,促进蛋白质合成,最终促进生长。

(2) 抑制 RNase 的活性,减慢蛋白质的分解,阻止叶绿素的破坏,延缓衰老进程。

(3) 提高植物的抗逆性。

(4) 可以调节与光敏色素有关的光形态建成。

12. 答:植物体内自由生长素的含量是通过自身的生物合成速度,生物降解速度,生长素的运输量,结合态生长素含量的调节,以及细胞内所贮存的生长素含量的释放等途径来调节自由生长素的水平。

13. 答:相比于动物激素,植物激素有一些特点。对动物而言,激素是在特定的器官或组织中合成、在血液中被运输至某个特定的靶细胞,并且以浓度变化的方式控制生理反应。但是,植物激素与动物激素有着显著的差异。首先,植物激素的合成常常不是某个单独的器官完成的,而更多地表现出分散性。其次,植物激素不仅能够运输到靶部位发挥作用,还表现出直接作用于其

合成的组织或细胞。另外,植物激素的作用不仅依赖其浓度变化的方式,也依赖于靶细胞对激素敏感性。

14. 答:GA 的生物合成途径如下。

MVA→GGPP→CPP→内根 - 贝壳杉烯→内根 - 贝壳杉烯醇→内根 - 贝壳杉烯酸→U 内根 -7 - α - 羟基贝壳杉烯酸→GA_{12} -7 - 醛→GA_{12}→形成其他 GA。

15. 答:ABA 的生物合成途径主要有两条。

(1) 类萜途径 即 15 个碳原子的直接途径,由 MVA 经 FPP 合成而来。

(2) 类胡萝卜素途径 即由紫黄质或叶黄素等含 40 个碳原子的化合物氧化分解经黄质醛形成的间接途径。

七、论述题

1. 答:受体与化学信号物质的识别反应是细胞信号转换过程中的第一步。当某种刺激信号与膜上的特异受体结合后,被激活的受体将信号传递给 G 蛋白,G 蛋白的 α - 亚基与 GTP 结合而被活化。活化的 α - 亚基与 β 和 γ - 亚基复合体分离而呈游离状态,继而触发效应器,把胞外信号转换成胞内信号。现已证明 G 蛋白参与了蓝光生物效应的信息传递。近年来还发现菠菜类囊体蛋白质激酶的活性依赖于由 G 蛋白激活引起的 cAMP 浓度升高,这表明 G 蛋白在植物信号传递系统中起着分子开关的重要作用。

2. 答:植物细胞的胞内信号传递系统的类型主要是钙信号系统、肌醇磷脂信号系统和环核苷酸信号系统。

(1) 钙信号系统 在 1967 年,美籍华人张槐耀在动物细胞中发现了钙调素(CAM),从而引起了人们对金属钙离子的关注。近年来,在研究动物细胞钙信号基础上,大量实验证明,在植物细胞中也存在钙信号系统。外界刺激信号可引起细胞内钙浓度的变化,当达到一定阈值时便与 CaM 结合,引起 CaM 构象变化,被活化了的 CaM 又与靶酶结合,从而引起一系列的生理反应。研究表明,在以光敏色素为受体所诱导的生理反应(如光周期诱导开花、NR 和 GS 的合成等)中钙离子起信号传递作用。

(2) 肌醇磷脂信号系统 目前在动物中,建立了较完整的磷酸肌醇信号系统概念;在植物中,也有证据表明肌醇磷脂代谢以某种方式参与了信号的传递。当细胞接受胞外信号后,同时产生两种胞内信号,即 IP_3 和 DG 双信号途径。IP_3 作用于液泡膜上的受体,启动膜上钙通道,引起胞内钙水平增加,通过胞内钙信号系统,调控一系列生理反应。DG 则和钙、磷脂参与蛋白激酶 C 的激活,从而对某些底物蛋白或酶类进行磷酸化,引发一定的生理反应。

(3) cAMP 信号系统 目前,在动物中存在 cAMP 信号系统,已有定论。对于该系统在植物细胞中是否存在以及是否也具有作为胞内第二信使的作用,尚缺乏足够的实验证据。但也有个别研究报道,外加 cAMP 可以引起细胞的生理反应。蔡南海实验证明,在叶绿体光诱导花色素苷合成过程中,cGMP 参与了膜受体、G 蛋白之后的信号转导过程。

3. 答:蛋白质可逆磷酸化作用与细胞信号转导的关系密切。植物细胞的胞内信号是通过调节胞内蛋白质的磷酸化或去磷酸化过程而进一步实现信号转导的。植物体内许多功能蛋白转录后需经共价修饰才能发挥其生理功能,蛋白质磷酸化作用就是由蛋白激酶催化的对靶酶底物蛋白质特定的氨基酸残基进行磷酸化修饰,以完成信号转导过程,从而引起相应的生理反应。蛋白质的去磷酸化作用则是由蛋白磷酸(酯)酶(PP)催化的蛋白质脱(去)磷酸基的过程,它是一种

终止信号或一种逆向调节,与蛋白激酶有同等重要意义。现在植物中已经鉴定出了30种以上的蛋白激酶(如:CDPK、PKCa^{2+}等)和几种不同的蛋白质磷酸(酯)酶(Type2A、Type2C等)。各种蛋白质的磷酸化和去磷酸化的结果是多种多样的,这可能与实现细胞中各种不同刺激信号的转导有关。蛋白质可逆磷酸化在细胞信号转导中起到一种开关作用,可使细胞有效地调控外来刺激信号的传递和转导。

4. 答:激素受体所必需满足的4个条件:① 与激素的结合具有专一性,即某一种结合蛋白只与一种类型的激素或其结构类似物结合;② 与激素的结合表现出高亲和性;③ 与激素分子的结合有饱和性;④ 与激素的结合有可逆性。

ABP1已被确证为是一种生长素受体。其证据来自于NAA诱导烟草原生质体质膜过极化(hyperpolarization)的实验,NAA能使质膜电势变得更负,且在5×10^{-5} mol·L^{-1}时效应最大。利用ABP1处理原生质体,即增加质膜上结合蛋白的数量,达到同样效应所需的NAA浓度降低近100倍,说明原生质体对NAA的敏感性显著增加;而用识别ABP1的抗体处理原生质体,这些抗体专一结合质膜上的ABP1,从而减少了ABP1对NAA识别,因此显著降低了质膜对NAA的敏感性。

5. 答:生长素诱导细胞扩张的假说主要有两个。其一为“基因激活”假说,即生长素激活了某些基因,这些基因编码细胞生长所需要的蛋白质。其二为“酸生长”假说,即细胞扩张是由于IAA诱导细胞中的H^+外泌所引起的。

酸生长假说不足以解释细胞伸长的所有问题。如绿色的茎切段虽然能够响应IAA,但对酸的响应则很弱。另外,酸刺激胚芽鞘产生短暂的生长反应,其速率在30~60 min达到最高。紧接着的另一个阶段中,生长速率在16 h内保持恒定或缓慢下降。对这种兼具快和慢反应两个阶段的合理解释是,酸生长反应仅限于最初的快速生长阶段,而第二个效应在于诱导细胞壁成分的合成,该效应通过诱导特异基因的表达来实现。

6. 答:GA诱导细胞伸长的机制如下:GA与质膜上的受体结合,信号引起胞质溶胶中的Ca^{2+}与钙调素结合,被活化的钙调素结合到细胞核中的DNA,合成mRNA,,最终合成蛋白质,填充到细胞质中,从而使细胞伸长。

7. 答:ABA诱导气孔关闭的作用机制如下:ABA与质膜的受体结合后,一方面激活了质膜上的G蛋白,随后释放IP_3,启动了质膜和液泡膜上的Ca^{2+}通道,胞质中的Ca^{2+}浓度的升高,又激活了质膜上Cl^-、K^+外出通道和抑制K^+内向通道,Cl^-和K^+外流。由于Cl^-和K^+外流,保卫细胞ψ_π升高,ψ_w也升高,水分外流,从而引起气孔关闭。

8. 答:IAA在植物体内的运输机制如下。

IAA在植物体内的运输方式有两种,一种是通过韧皮部运输,另一种是极性运输。

IAA的极性运输是从植物体形态学上端向下端运输,它仅局限在胚芽鞘、幼茎、幼根的薄壁细胞之间的短距离运输。极性运输的机制可用以Goldsmith提出的化学渗透极性扩散假说去解释它,这个假说的要点是:顶部细胞胞质溶胶中的IAA^-通过细胞下端质膜的IAA输出载体输出到细胞壁,位于细胞壁中的IAA^-与胞壁中的H^+结合成IAAH,IAAH又通过下一个细胞上端质膜中的IAA输入载体输入到下一个细胞胞质溶胶,IAAH接着分解成IAA^-和H^+,IAA^-继续由细胞的上端往下端移动,继而再通过细胞下端的质膜IAA^-输出载体输出到细胞壁,而胞内的

H^+则通过质膜上的 H^+ - ATPase 输出到细胞壁，由此重复下去，顶部细胞的 IAA 就由植物体的形态学上端向下端运输。

9. 答：生长抑制剂与生长延缓剂抑制生长的作用方式是不同的。生长抑制剂是抑制顶端分生组织生长，丧失顶端优势，使植株矮化，分枝增加，外施 GA 不能逆转抑制效应。而生长延缓剂是抑制茎部近顶端分生组织的细胞伸长，使节间缩短，节数不变，植株紧凑矮小，外施 GA 可逆转其抑制效应。

10. 答：人工合成生长素在农业生产上有以下几个方面的作用

（1）促使插枝生根　可使一些不易生根的植物枝条顺利生根。常用生长调节剂有 IBA、NAA 等诱导生根。

（2）防止器官脱落　在生产上常用 NAA 和 2,4 - D 防止棉花花蕾和棉铃脱落。

（3）促进结实　用 2,4 - D 溶液喷于开花的番茄，能保花保果和促进果实的生长。

（4）促进菠萝开花　用 NAA 或 2,4 - D 处理菠萝植株，可促进开花。

11. 答：赤霉素在农业生产上有以下几个方面的作用

（1）促进营养生长　用适宜浓度的 GA_3喷洒芹菜，可增加芹菜的产量。在水稻育种过程中，用 GA_3调节水稻的抽穗期。

（2）促进麦芽糖化　利用 GA 诱导淀粉酶的原理生产啤酒。

（3）打破休眠　用适当浓度的 GA_3打破马铃薯块茎的休眠。

（4）防止脱落　用适宜浓度的 GA_3处理果树，可防止落花落果，提高座果率。

12. 植物生长调节剂在农业生产中的应用和应注意的问题如下。

植物生长调节剂已广泛应用于农业生产中。生长素类为主要用于促进插枝生根、疏花疏果、防止采前落果、诱导菠萝开花以及阔叶杂草的防除等。GA_3用于杂交水稻制种中父母本花期的调节、打破芽和种子的休眠及提高作物的产量等。矮壮素与多效唑等用于作物的矮壮、促进分蘖与生根、改善棉花株型、增加产量及提高作物的抗逆能力等。细胞分裂素类用于增加果树结果率、促进果实生长及改善果实外观等。乙烯利用于经济作物的生产及品质的改进、促进橡胶树分泌胶乳及增加次生物质生成等。

生产中的任何一个问题，都可能选择多种不同种类的调节剂加以解决；一些调节剂之间既有着某些相似的生理效应，又有着各自独特的作用方式；即使是同一种调节剂，也会因其使用浓度、部位、方法和时期不同，而产生不同甚至相反的效果。因此，在实际应用中，除了熟悉各种调节剂的基本知识和性能外，还需要掌握调节剂的应用策略。

6.5 启发性思考题

1. 植物细胞中游离 Ca^{2+}为什么能成为植物信号转导过程中的最重要的第二信使？
2. 植物激素细胞信号转导途径方面的研究进展及其生物学意义如何？

第7章　植物的生长生理

7.1　学习内容要求

7.1.1　了解内容

1. 植物细胞的生长和分化。
2. 植物生长的周期性。

7.1.2　熟悉内容

1. 种子萌发过程及条件。
2. 植物的运动。
3. 光形态建成。

7.1.3　掌握内容

1. 植物组织培养的原理、技术及应用。
2. 外界条件对植物生长的影响。
3. 植物生长的相关性。

7.2　学习内容提要

7.2.1　基本内容

植物生长是指植物在体积和重量(干重)上的不可逆增加,是由细胞分裂、细胞伸长以及原生质体、细胞壁的增长而引起的。

1. 植物细胞的生长和分化

植物的生长是以细胞的生长为基础的,即通过细胞分裂增加细胞的数目,通过细胞伸长增加细胞的体积,通过细胞分化形成不同的组织和器官,即可分为细胞的分裂期、伸长期、分化期。细胞分裂期是指细胞的有丝分裂过程。其最显著的生化变化是核酸含量,特别是DNA含量的显著变化;伸长期的特点是在呼吸加强和蛋白积累基础上,细胞体积迅速增加;细胞分化是指由分生组织细胞转变为形态结构和生理功能不同的细胞群的过程。植物分生组织细胞可分化为不同的组织:薄壁组织、输导组织、机械组织、保护组织和分泌组织等。

细胞分化后就会表现出很强的极性。所谓极性是指器官、组织或细胞在不同轴向上存在某

种形态结构和生理生化上的梯度差异。当具有极性的细胞脱离所处的环境后，通过适当的条件就可改变其发育方向，表现出全能性。

细胞的自然死亡现象伴随着细胞发育的整个过程。由细胞内业已存在的、由基因编码的程序所控制的细胞的自然死亡过程，称之为程序性细胞死亡(PCD)。PCD发生过程可分为3个阶段：启动阶段、效应阶段、降解清除阶段。外界信号也可引发PCD过程。

2. 种子的萌发

种子萌发是指种子从吸水到胚根(很少情况下是胚芽)突破种皮期间所发生的一系列生理生化变化过程。种子萌发既受外部条件主要是水分、氧气和温度等的影响，也受内部因素如种子活力、休眠状态等的影响。种子萌发是一个异养过程，依靠种子中贮存的营养物质的降解为早期幼苗的生长提供物质和能量。

3. 植物组织培养的原理、技术及其应用

植物组织培养是指在无菌条件下，将外植体(植物器官、组织、花药、花粉、体细胞甚至原生质体)接种到人工配制的培养基上培育成植株的技术。植物组织培养的理论基础是植物细胞的全能性。植物组织培养已在生产中得到广泛应用，如：① 植物体的无性快速繁殖及脱毒；② 花粉培养和单倍体育种；③ 培育人工种子；④ 药用植物的工厂化生产；⑤ 原生质体培养和体细胞杂交等。

4. 植物生长的周期性

植株和器官的生长速率具有特定的节律，并且还会随昼夜和季节发生有规律的变化。这种现象称为植物生长的周期性。

植物及其器官在整个生长过程中，生长速率都表现出“慢—快—慢”的特点，这种“慢—快—慢”的生长过程被称为生长大周期。生产中调节生长的措施须在生长速率达到高峰值前施用。农业生产上要求做到“不误农时”，就是这个道理。

植物的生长还具有温周期性或昼夜周期性、季节周期性。

5. 植物生长的相关性

高等植物是由各种器官组成的统一整体，各种器官虽然在形态结构及功能上不同，但它们的生长是相互依赖又相互制约的，这称之为相关性。植物生长的相关性包括地下部和地上部的相关、主茎和侧枝的相关、营养生长和生殖生长的相关等。植物生产中，合理利用植物生长的相关性，是高产优质的重要基础。

6. 外界条件对植物生长的影响

植物的生长除受到内部因素(包括基因、激素、营养等)的影响外，还受外界环境条件的影响。影响植物生长的外界环境条件主要包括温度、水分和光照。

每种植物的生长都有温度三基点，即生长的最低温度、最适温度和最高温度，温度三基点与植物的原产地有关。但生产实践上为了培育健壮植株，往往需要在比生长最适温度稍低的温度，即协调最适温度下进行。

植物细胞的分裂和伸长，都必须在水分充足的情况下才能进行，尤其是细胞伸长对缺水更为敏感。

光对植物生长的间接作用就是通过光合作用制造有机物为植物生长发育提供物质和能量基础；其直接作用是指光对植物形态建成的作用。实际上，光对植物生长发育的许多过程，如种子

的萌发、休眠芽的萌发生长、冬季植物生长减慢和停止、植物形态建成、黄化现象及转绿等都具有调节作用。单纯从生长速率考虑，光对植物生长具有抑制作用，特别是蓝光或紫外光对植物生长的抑制作用更强。

7. 光形态建成与光受体

光是影响植物生长发育最重要的因素之一。光不仅作为光合作用的能量来源，而且还作为一种重要的环境信号调节植物基因的表达、影响酶的活性以及植物形态建成等各个代谢环节。通常将光控制植物生长、发育和分化的过程，称为光形态建成。植物在暗下会形成明显不同于植物在光下的特征，即表现出叶片黄化、卷曲，茎细而长，顶芽呈弯钩状，机械组织不发达等黄化现象，也称之为暗形态建成。

在光形态建成过程中，光是作为一种信号在起作用。光信号通过光受体激活一系列生理生化代谢过程，最终导致植物形态结构特征的建成。启动光形态建成反应所需的光能比光合作用光补偿点的能量低 30 ~ 40 倍。目前已知，植物体内至少存在 3 种光受体：① 光敏色素，感受红光(red light ，R)和远红光(far red light, FR)；② 隐花色素或称蓝光/紫外线 - A 受体，感受蓝光和近紫外线(紫外线 A)；③ 紫外线 - B 受体，感受较短波长的紫外线(紫外线 B)。其中光敏色素是发现最早、研究最为深入的一种光受体。

光敏色素是一种吸收红光和远红光并且可以互相转化的色素分子。其红光吸收型和远红光吸收型的最大吸收波长分别为 660 nm 和 730 nm，P_r是生理钝化型，P_{fr}是生理活化型。P_r与 P_{fr}之间的光转换包括光化学反应和黑暗反应。化学反应仅局限于生色团，且只能在有水的条件下发生。判断一个反应是否受光敏色素的调节，就是检验红光能否诱导这个反应，而紧随其后的远红光能否把该反应逆转到单独远红光效应的水平上。

目前已知有 200 多个形态生理反应受光敏色素的调节，包括种子萌发、叶子和茎的伸长、气孔分化、叶绿体和叶片运动、植物的花诱导和花粉育性等等。

光敏色素在光形态建成过程中的快反应主要是光通过影响 P_r和 P_{fr}在细胞中的分布而实现的，反应是可逆的；而慢反应主要是光敏色素通过调节特异基因的表达而实现的。

蓝光和近紫外线受体是吸收蓝光(BL)(400 ~ 500 nm)和近紫外线(UV - A)(320 ~ 400 nm)而调节形态建成、新陈代谢和向光性的一类光敏受体。它在隐花植物的光形态建成中有重要的调节作用。UV - B 受体是细胞内吸收 280 ~ 320 nm 紫外线引起光形态建成反应的物质。但目前该光受体的性质还不清楚。

8. 植物的运动

植物运动是指植物的器官在空间位置上有限度地移动。植物的运动可以分为向性运动、感性运动和近似昼夜节奏的生理钟运动。根据引起运动的原因又可以分为生长性运动和膨胀性运动，生长性运动是由于生长的不均匀而造成的，而膨胀性运动是由于细胞膨压的改变造成的。

7.2.2 重点内容

1. 植物生长的相关性及其在生产上的应用。
2. 种子萌发的生理生化变化及影响条件。
3. 植物组织培养技术与细胞全能性。
4. 影响细胞分化的条件。

5. 光敏色素的性质及其生理作用。

7.3 自测试题

一、名词解释

1. 细胞周期
2. 植物生长
3. 分化
4. 发育
5. 程序性细胞死亡
6. 种子萌发
7. 种子生活力
8. 种子活力
9. 种子寿命
10. 顽拗性种子
11. 正常性种子
12. 需光种子
13. 需暗种子
14. 长命 mRNA
15. 植物组织培养
16. 植物细胞全能性
17. 脱分化
18. 再分化
19. 人工种子
20. 生长大周期
21. 生长的温周期性
22. 生长的季节周期性
23. 生长的相关性
24. 根冠比
25. 顶端优势
26. 极性
27. 再生
28. 光形态建成
29. 黄化现象
30. 光敏色素
31. 隐花色素
32. 向光素
33. 紫外线 - B 受体
34. 棚田效应
35. 植物运动
36. 向性运动
37. 向光性
38. 向重力性
39. 平衡石
40. 向化性
41. 向水性
42. 感性运动
43. 感夜性
44. 感热性
45. 感震性
46. 偏上性
47. 生理钟
48. 协调最适温度

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. RGR
2. AGRR
3. R
4. FR
5. UV
6. UV - B
7. BL
8. TTC
9. R/T
10. P_r
11. P_{fr}
12. Phy Ⅰ
13. Phy Ⅱ
14. CDK
15. LFRs
16. VLFRs

17. HIRs 18. PCD

三、填空题

1. 植物生长、分化的基本单位是_____。

2. 细胞在生长过程中,通过_____增加细胞的数目,通过_____增加细胞的体积,通过_____形成不同的组织和器官。

3. 植物激素可影响细胞分裂,在小麦胚芽鞘和烟草茎髓的离体培养中,_____可以缩短 G1 期和 S 期所需的时间;_____促进 S 期 DNA 的合成;_____在细胞分裂较晚的时期,可促进核糖体 RNA 的形成。

4. 在植物组织培养过程中,愈伤组织分化为根和芽,主要受细胞分裂素和生长素相对含量的影响。CTK/IAA 比值_____时,促进_____的形成;CTK/IAA 比值_____时,促进_____的形成。

5. MADS 盒是存在于真核生物界具有共同保守序列的 4 个转录因子家族,它是_____、_____、_____和_____的首字符缩写。

6. 一般人为细胞的_____分裂是细胞分化后表现出很强极性的原因。

7. 由于细胞极性的存在,在植物扦插过程中总是在形态学_____分化出_____,形态学_____分化出_____。

8. 程序性细胞死亡的分子生物学显著特征就是细胞_____,是由细胞内一种_____活化和表达的结果。

9. 既不耐_____,也不耐_____,往往寿命很短的种子称为顽拗性种子。

10. 一般情况下,延长种子寿命的有效方法是_____和_____。

11. 按种子吸水的速度变化,可将种子吸水分为 3 个阶段,即_____,_____和_____。

12. 快速检验种子死活的方法主要有 3 种:_____,_____和_____。

13. 在种子吸水的第 1 阶段至第 2 阶段,其呼吸作用主要是以_____呼吸为主。

14. 影响种子萌发的主要外界条件是_____、_____和_____。

15. 成熟种子中的主要贮磷化合物是_____。

16. 根据培养基的物理状态,可将植物组织培养分为_____和_____。

17. 根据植物的生长大周期理论,当以生长速率对生长时间作图时得到的生长速率曲线呈_____形。

18. 植物生长的相关性主要表现在_____、_____和_____3 个方面。

19. 光之所以抑制多种作物根的生长,是因为光促进了根内形成_____的缘故。

20. 土壤中水分不足时,使根冠比值_____;土壤中水分充足时,使根冠比值_____。

21. 土壤中缺氮时,使根冠比值_____;土壤中氮肥充足时,使根冠比值_____。

22. 植物顶端优势的存在主要与生长素分布不均和极性运输有关,而_____具有加强顶端优势的作用,_____则可解除顶端对侧芽生长的抑制作用。

23. 已知植物体内至少存在3种光受体，分别是：① _____；② _____；③ _____。

24. 光敏色素是由两个亚基构成的二聚体，每个亚基又由_____和_____两部分组成。

25. 光敏色素有两种类型：_____和_____，其中_____是生理钝化型，最大吸收波长为_____nm；_____是生理活化型，其最大吸收波长为_____nm。

26. 有关光敏色素参与光形态建成的假说主要有两种，即_____和_____。

27. 向性运动的方向与外界刺激的方向_____；感性运动的方向与外界刺激的方向_____。

28. 感性运动有些是_____，有些是_____。

四、选择题(单选或多选)

1. 水稻种子在缺氧的情况下萌发时，生长最快的器官是(　　)。

A. 胚芽　　B. 胚根　　C. 真叶　　D. 胚芽鞘

2. 通常在组织培养的培养基中必须添加的维生素是(　　)。

A. 硫胺素(B_1)　　B. 吡哆醇(B_6)　　C. 烟酸　　D. 环已六醇(肌醇)

3. 花生、棉花等含油较多的种子，在萌发时较其他种子需要更多的(　　)。

A. 光照　　B. 矿质元素　　C. 水　　D. 氧气

4. 促进莴苣或烟草种子萌发最有效的光是(　　)。

A. 白光　　B. 红光　　C. 绿光　　D. 远红光

5. 细胞分裂过程中有显著变化的是(　　)。

A. 蛋白质的变化　　B. DNA的变化　　C. RNA的变化　　D. CTK的变化

6. 在组织培养的培养基中蔗糖的浓度中等水平(2.5% ~3.5%)时，有利于(　　)。

A. 木质部形成　　B. 韧皮部形成

C. 形成层分裂　　D. 皮层的形成

7. 在茎的整个生长过程中生长速率表现出(　　)。

A. 慢—快—慢　　B. 快—慢—快　　C. 缓慢生长　　D. 快速生长

8. 多种试验表明，植物向光性反应的光受体是与(　　)有关的物质。

A. 叶绿体色素　　B. 核黄素　　C. 光敏色素　　D. β-胡萝卜素

9. 植物组织培养时，常常使用的人工合成生长素是(　　)。

A. IAA　　B. 2,4-D　　C. NAA　　D. IBA

10. 对烟草、棉花进行打顶，主要目的是控制植物的(　　)。

A. 极性运输　　B. 顶端优势　　C. 生长大周期　　D. 根系发育

11. 植物生长发育所要求的理想昼夜温度条件是(　　)。

A. 昼夜温度均较高　　B. 昼夜温度相等

C. 较高日温较低夜温　　D. 较高夜温较低日温

12. 植物生长在下述哪种条件下根冠比最大？(　　)

A. 土壤水分充足、氮肥充足、光照适中　　B. 土壤比较干旱、氮肥适中、光照较强

C. 土壤水分适中、氮肥充足、光照适中　　D. 土壤水分充足、氮肥适中、光照较弱

13. 不同作物种子萌发时需要温度的高低，取决于(　　)。

A. 原产地　　B. 生育期　　C. 光周期类型　　D. 营养条件

14. 在萌发条件下，苍耳的非休眠种子的吸水包括(　　)。

A. 被动吸水　　B. 吸胀吸水　　C. 渗透性吸水　　D. 主动吸水

15. 下列现象中，受光敏色素调节的反应是(　　)。

A. 种子萌发　　B. 花诱导　　C. 小叶运动　　D. 节间缩短

16. 由于外界环境中有一定方向的刺激所引起的植物定向运动过程称(　　)。

A. 向性运动　　B. 感性运动　　C. 生理钟　　D. 前三者都不是

17. 当 KT/IAA 的比值低，诱导(　　)分化；比值高时，诱导(　　)分化。

A. 根、芽　　B. 芽、根　　C. 花、叶　　D. 叶、根

18. 感性运动的方向与外界刺激的方向(　　)。

A. 有关　　B. 一致　　C. 无关　　D. 不一致

19. 不同植物的顶端优势表现不同，在下列 4 种植物中，顶端优势明显的是(　　)。

A. 松柏　　B. 水稻　　C. 烟草　　D. 棉花

20. 促进植物向光弯曲最有效的光是(　　)。

A. 红光　　B. 黄光　　C. 蓝光　　D. 绿光

21. 合欢树小叶的开、闭运动属于(　　)。

A. 感震性运动　　B. 感热性运动　　C. 向光性运动　　D. 感夜性运动

22. 含羞草遇到外界刺激出现的小叶闭合，属于(　　)。

A. 感震性运动　　B. 感热性运动　　C. 向光性运动　　D. 向重力性运动

五、是非判断题

1. 植物生长是指植物在体积和重量(干重)上的增加。(　　)

2. 在细胞分裂过程中，相对高温可缩短细胞分裂周期。(　　)

3. 植物的组织和器官是经过细胞分裂而形成的。(　　)

4. 细胞发育中所表现出来的程序性细胞死亡现象是个体发育中的一种主动性细胞自杀过程，不受外界环境信号的影响。(　　)

5. 绿色植物一生中不存在异养过程。(　　)

6. 根系生长的最适温度，一般低于地上部生长的最适温度。(　　)

7. 对向光性最有效的光是短波光，红光是无效的。(　　)

8. 植物的光形态建成中，温度是体外最重要的调节因子。(　　)

9. 植物的光形态建成中，植物激素可能是最重要的体内调节因子。(　　)

10. 干种子也具有光敏色素反应。(　　)

11. 调节农作物茎秆生长最有效的措施是控制肥料供应。(　　)

12. 黄化苗中的光敏色素含量比绿苗中的高。(　　)

13. 判断一个反应是否受光敏色素的调节，就是检验远红光能否将红光的效应逆转到单独远红光效应的水平上。(　　)

14. 豆科植物种子萌发时吸水量比禾谷类的大，因为豆类种子含蛋白质丰富。(　　)

15. 禾谷类作物种子在发芽前仅含有 α－淀粉酶，发芽后，才形成 β－淀粉酶。(　　)

16. 凡是有生活力、吸涨的种子，遇到 TTC 后，其胚的表面会变成红色。(　　)

17. 许多试验证实,生长素影响分裂间期蛋白质的合成。( )

18. 植物体的每一个生活细胞携带着一套完整的基因组,并保持着潜在的全能性。( )

19. 一般植物进入生殖生长阶段后,其营养生长过程基本停止。( )

20. 生长的最适温度是指生长最快的温度,同时也是培育健壮幼苗的最适度。( )

21. 单从生长的角度考虑,光对植物茎的生长有促进作用。( )

22. 试验证明,细胞分裂素具有解除主茎对侧芽生长的抑制作用。( )

23. 负责根生长的顶端分生组织处于根冠的保护之下,根没有顶端优势。( )

24. 当土壤水分充足时,其根/冠比会增加。( )

25. 植物营养器官的生长过旺对生殖器官的生长有抑制作用。( )

26. 向光性的光受体是存在于质膜上的一类色素蛋白。( )

27. 偏上性运动是一种可逆的细胞伸长运动。( )

28. 向性运动有些是生长运动,有些是非生长运动。( )

29. 植物生长的协调最适温度,是指植物生长最快的温度。( )

30. 菜豆小叶的开闭运动属于感性运动。( )

六、简答题

1. 细胞分裂间期有哪几个时期?在物质代谢方面有何特点?

2. 细胞分化一般要经过哪几个过程?

3. 程序性细胞死亡(PCD)一般要经过哪几个阶段?

4. 植物激素和蔗糖浓度对细胞分化有什么影响?

5. 种子的生活力和活力有何不同?

6. 种子萌发时吸水分为哪3个阶段?第1、第3阶段细胞靠什么方式吸水?

7. 长命mRNA是在何时被合成?以何种形式存在?具有什么作用?

8. 总结种子萌发过程中贮藏物质的动员及再利用。

9. 植物的生长为何表现出生长大周期的特性?

10. 利用组织培养技术将菊花叶的切片培养为一株完整的植株,要经过哪些步骤?

11. 用你所学的知识解释“根深叶茂”、“本固枝荣”、“旱长根、水长苗”的原因。

12. 高山上生长的树木为什么比平原地区的矮小?

13. 简述植物向光性、向重力性的机制。

14. 哪些植物运动是生长性运动,哪些是膨胀性运动?

15. 含羞草小叶和复叶运动的机制如何?

七、论述题

1. 简述光对植物生长的影响。

2. 什么是光形态建成?其光反应特性与光合作用有何区别?

3. 光敏色素分子有何光学性质?在植物体内主要参与哪些生理过程的调节?

4. 根据光敏色素反应对光量的要求,光敏色素反应分为几种类型?

5. 如何用试验证明植物的某一生理过程是受光敏色素调节的?

6. 为何植物有顶端优势?如何利用顶端优势指导生产实践?

7. 植物营养生长和生殖生长有何相关性？在生产上如何应用？

7.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 细胞周期(cell cycle)：指从母细胞分裂后形成的子细胞到下次再分裂成两个子细胞所需要的时间，也称细胞分裂周期。

2. 植物生长(plant growth)：指植物在体积和重量(干重)上的不可逆增加。

3. 分化(differentiation)：是指由分生组织细胞转变为形态结构和生理功能不同的细胞群的过程。

4. 发育(development)：主要是指生物体发生、发展、成熟的过程，即从受精卵开始，经细胞分裂、组织分化、器官形成直到形成成熟个体的过程。

5. 程序性细胞死亡(programmed cell death，PCD)：是指由细胞内业已存在的、由基因编码的程序所控制的细胞的自然凋亡过程。

6. 种子萌发(seed germination)：是指种子从吸水到胚根(很少情况下是胚芽)突破种皮期间所发生的一系列生理生化变化过程。

7. 种子生活力(seed viability)：是指种子能够萌发的潜在能力或种胚具有的生命力。

8. 种子活力(seed vigor)：是指种子在田间状态(即非理想状态)下迅速而整齐地萌发并形成健壮幼苗的能力。

9. 种子寿命(seed longevity)：指种子从发育成熟到丧失生活力所经历的时间。

10. 顽拗性种子(recalcitrant seeds)：是指一些既不耐脱水干燥，也不耐零上低温，往往寿命很短(只有几天或几周)的植物种子，如热带的可可、芒果等植物的种子。

11. 正常性种子(orthodox seeds)：指能够耐脱水和低温(包括零上和零下低温)，寿命往往较长的种子。

12. 需光种子(light seed)：指需要光照才能萌发的种子。

13. 需暗种子(dark seed)：指只能在暗处萌发，光线会抑制其萌发的种子。

14. 长命 mRNA(long lived mRNA)：指在种子形成过程中就已经产生并保存在干燥种子中负责编码种子萌发早期蛋白质合成的 mRNA，其寿命很长。

15. 植物组织培养(plant tissue culture)：是指在无菌条件下，将外植体(植物器官、组织、花药、花粉、体细胞甚至原生质体)接种到人工配制的培养基上培育成完能植株的技术。

16. 植物细胞全能性(plant cell totipotency)：指植物体的每一个生活细胞都携带一套完整的基因组，在适宜条件下具有发育成完整植株的潜在能力。

17. 脱分化(dedifferentiation)：是指已经分化的植物器官、组织或细胞在离体培养时，又恢复细胞分裂能力，并形成与原有状态不同细胞的过程。

18. 再分化(redifferentiation)：是指脱分化形成的愈伤组织在适宜的培养条件下，又分化为胚状体(embryoid)，或直接分化出根和芽等器官形成完整植株的过程。

19. 人工种子(artificial seed)：指将植物组织培养中产生的体细胞胚包裹在含有养分的胶囊内，像正常种子一样直接应用到大田于生产的“种子”。

20. 生长大周期(grand period of growth):指植物体或器官所经历的"慢—快—慢"的整个生长过程。

21. 生长的温周期性(thermoperiodicity of growth):指植物的生长速率按温度的昼夜周期性而发生的规律性的变化特性,也称植物生长的昼夜周期性。

22. 生长的季节周期性(seasonal periodicity of growth):指植物的生长在一年四季中随着季节而发生有规律性的变化特性,也称植物生长的季节周期性。

23. 生长的相关性(correlation of growth):指植物各部分之间在生长上既相互依赖又相互制约的关系。

24. 根冠比(root top ratio,R/T):指植物地下部分与地上部分的质量的相对比值。

25. 顶端优势(apical dominance):植物的顶端在生长上始终占有优势并抑制侧枝或侧根生长的现象。

26. 极性(polarity):指植物体或植物体的一部分(如器官、组织或细胞)在形态学的两端具有不同形态结构和生理生化特性的现象。

27. 再生(regeneration):指植物体的离体部分在适宜条件下具有恢复植物体其他组织或器官的能力。

28. 光形态建成(photomorphogenesis):指光控制植物生长、发育和分化的过程。

29. 黄化现象(etiolation):通常是指黑暗中生长的植物因叶绿素等合成受阻而出现叶片发黄、茎秆柔弱细长的现象。

30. 光敏色素(phytochrome):指吸收红光和远红光并发生可逆转换的光受体。

31. 隐花色素(cryptochrome):指吸收蓝光(BL)(400 ~ 500 nm)和近紫外线(UV - A)(320 ~ 400 nm)而调节植物形态建成、新陈代谢和向光性的一类光受体,也称蓝光受体或近紫外线受体。

32. 向光素(phototropin):指通过吸收蓝光而介导植物向光性运动、叶绿体移动、气孔开放等反应的光受体。

33. 紫外线 - B 受体(UV - B receptor):指植物细胞内吸收 280 ~ 320 nm 紫外线引起光形态建成反应的物质。

34. 棚田效应(Tanada effect):指离体绿豆根尖经红光照射后能诱导产生少量正电荷,并可被远红光逆转的现象。

35. 植物运动(plant movement):指植物的器官在空间位置上有限度地相对移动现象。

36. 向性运动(tropic movement):指植物的某些器官由于受到外界环境中单方向的刺激而产生的运动。

37. 向光性(phototropism):指植物根据光照的方向而发生弯曲生长的能力。

38. 向重力性(gravitropism):指植物在重力的影响下,保持一定方向生长的特性。

39. 平衡石(statolith):指根部的根冠细胞、茎部的维管束周围 1 ~ 2 层细胞(即淀粉鞘)或髓部薄壁细胞中存在的起感受重力的淀粉体。

40. 向化性(chemotropism):由于某些化学物质在植物体内外分布不均匀所引起的定向生长现象。

41. 向水性(hydrotropism):是指当土壤中水分分布不均匀时,根总是趋向较湿润的地方生

长的特性。

42 感性运动(nastic movement):是指植物受无定向的外界刺激(如光暗转变、触摸等)所引起的运动,运动的方向与外界刺激的方向无关。

43. 感夜性(nyctinasty):是指植物的某些器官(如叶片)因昼夜的光暗变化而发生规律性运动的现象。

44. 感热性(thermonasty):指植物对温度变化起反应的感性运动,也称感热性。

45. 感震性(seismonasty):指植物感受外界震动而发生运动的现象。

46. 偏上性(epinasty):叶片、花瓣或其他器官向下弯曲生长的特性,称为偏上性。

47. 生理钟(physiological clock):指植物的一些生理活动具有以近似昼夜周期或节奏(22 ~ 28 h)自由运行的现象,也称生物钟(biological clock)或近似昼夜节奏(circadian rhythm)。

48. 协调最适温度(coordinate temperature):能使植株生长最健壮的温度。协调最适温度通常比生长最适温度低。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. RGR:相对生长速率

2. AGRR:绝对生长速率

3. R:红光

4. FR:远红光

5. UV:紫外线

6. UV - B:紫外线 - B

7. BL:蓝光

8. TTC:2,3,5 - 三苯基氯化四氮唑

9. R/T:根冠比

10. P_r:红光吸收型光敏色素

11. P_{fr}:远红光吸收型光敏色素

12. Phy Ⅰ:黄化组织光敏色素/光不稳定光敏色素/类型Ⅰ光敏色素

13. Phy Ⅱ:绿色组织光敏色素/光稳定光敏色素/类型Ⅱ光敏色素

14. CDK:依赖周期蛋白激酶

15. LFRs:低辐照度反应

16. VLFRs:极低辐照度反应

17. HIRs:高辐照度反应

18. PCD:程序性细胞死亡

三、填空题

1. 细胞

2. 细胞分裂　细胞伸长　细胞分化

3. 赤霉素　细胞分裂素　生长素

4. 低　根　高　芽

5. MCM1(酿酒酵母)　AGAMOUS(拟南芥)　DEFICINES(金鱼草)和 SRE(人类)

6. 不均等

7. 上端 芽 下端 根
8. 染色质 DNA 片断化 Ca^{2+}或 Mg^{2+}依赖性核酸内切酶
9. 脱水干燥 零上低温
10. 降低种子含水量 降低贮藏温度
11. 急剧吸水阶段 吸水停止阶段 胚根出现又重新大量吸水阶段
12. 测定原生质的着色能力 测定组织的还原能力 测定细胞中荧光物质的量
13. 无氧
14. 水分 温度 氧气
15. 植酸盐
16. 固体培养 液体培养
17. 抛物线
18. 地上部与地下部 主茎与侧枝和主根与侧根 营养生长与生殖生长
19. 脱落酸(ABA)
20. 增加 降低
21. 增加 降低
22. 赤霉素 细胞分裂素
23. 光敏色素 隐花色素或称蓝光/紫外线 - A 受体 紫外线 - B 受体
24. 生色团 脱辅基蛋白
25. 红光吸收型(P_r) 远红光吸收型(P_{fr}) P_r 660 P_{fr} 730
26. 膜假说 基因调节假说
27. 有关 无关
28. 生长性运动 膨胀性运动

四、选择题(单选或多选)

1. D 2. A 3. D 4. B 5. B 6. A、B、C 7. A 8. B、D 9. B、C 10. B 11. C
12. B 13. A 14. B、C 15. A、B、C 16. A 17. A 18. C 19. A、C、D 20. C
21. D 22. A

五、是非判断题

1. (×) 2. (√) 3. (×) 4. (×) 5. (×) 6. (√) 7. (√) 8. (×)
9. (√) 10. (×) 11. (×) 12. (√) 13. (√) 14. (√) 15. (×) 16. (√)
17. (×) 18. (√) 19. (×) 20. (×) 21. (×) 22. (√) 23. (×) 24. (×)
25. (√) 26. (√) 27. (×) 28. (×) 29. (×) 30. (√)

六、简答题

1. 答:细胞分裂期以外的时间称为分裂间期,包括 G_1期、S 期和 G_2期等 3 个时期。① G_1期是新生细胞形成后 DNA 复制开始前的细胞生长期,此时细胞内大规模进行 RNA 和蛋白质的合成,细胞体积也显著增加;② S 期是 DNA 复制期,DNA 和有关组蛋白在此时合成,完成染色体的复制,形成两个染色单体;③ G_2期是 DNA 复制后期,细胞继续进行 RNA 和蛋白质的合成,为细胞分裂做好准备。G_2期完成后,细胞就进入分裂期。

2. 答:一般情况下,细胞的分化都要经过下列 4 个过程:① 诱导细胞分化信号的产生和感

受;② 分化细胞特征基因的表达;③ 分化细胞结构和功能基因的表达;④ 前述基因表达的产物导致分化细胞结构和功能的特化。

3. 答:程序性细胞死亡(PCD)发生过程可分为3个阶段。

(1) 启动阶段 包括启动细胞死亡信号的产生和传递,此阶段对二价离子如 Ca^{2+} 等有绝对依赖性。

(2) 效应阶段 此阶段涉及 PCD 的关键环节——caspase 的活化和线粒体通透性改变。caspase 是一组具有半胱氨酸 - 天冬氨酸残基特异性蛋白酶系统(cysteinyl aspartate - specific proteinase),它是直接导致程序性死亡细胞解体的蛋白酶系统。

(3) 降解清除阶段,caspase 可使 PCD 的抑制蛋白失活,使一些与 DNA 修复、复制等有关蛋白的调节区与催化区分离,细胞内的染色质 DNA 亦被降解成寡聚核苷酸片断,通过 caspase,特异性降解底物后使细胞解体,最后凋亡小体形成而被再度利用。

4. 答:植物激素可能作为细胞分化的信号,在细胞分化中起着重要作用。由愈伤组织分化为根和芽,是由细胞分裂素与生长素含量的比值决定的。CTK/IAA 比值低时,促进根的形成;CTK/IAA 比值高时,促进芽的形成;两种激素含量相当时,则愈伤组织不分化。此外,乙烯对根的形成也有促进效应,而较高浓度的赤霉素则抑制根的形成。生长素还可诱导愈伤组织分化形成木质部;细胞分裂素在诱导木质部分化过程中与生长素有相似效应。

蔗糖浓度与木质部和韧皮部的分化有关。在丁香茎髓的愈伤组织培养时,若培养基中蔗糖浓度较低,将诱导形成木质部;若蔗糖浓度较高,将形成韧皮部;若蔗糖浓度在中等水平(2.5% ~3.5%),则诱导木质部和韧皮部的同时形成,而且中间还有形成层。

5. 答:种子的生活力和活力是不同的。种子生活力(seed viability)是指种子能够萌发的潜在能力或种胚具有的生命力;而种子活力(seed vigor)是指种子在田间状态(即非理想状态)下迅速而整齐地萌发并形成健壮幼苗的能力。显然,用种子活力这一指标能更准确地评价种子的播种品质和田间生产性能。

6. 答:种子萌发时的吸水过程可分3个阶段:① 急剧吸水阶段;② 吸水停止阶段;③ 胚根长出后重新迅速吸水阶段。第1阶段细胞主要靠吸胀性吸水。第3阶段是靠渗透性吸水。

7. 答:长命 mRNA 是在种子形成过程中就已经产生了的。在种子萌发时,新的 RNA 要在吸涨 12 h 后才能开始合成,而蛋白质的合成在种子吸涨后 15 ~20 min 便可开始,很显然,负责编码种子萌发早期蛋白质合成的 mRNA 是在种子形成过程中就已经产生,并保存在干燥种子中,这部分 mRNA 被称为长命 mRNA。长命 mRNA 是与细胞质中的蛋白质结合成信息体(informosome)而保存在干燥种子中。其中一部分可用于编码种子萌发时蛋白质的合成,它们对萌发早期几种水解酶的形成,以及胚根的发端可能起着重要作用。

8. 答:种子萌发过程中贮藏物质的动员及再利用的情况可归纳如下。

(1) 淀粉的转化 淀粉在淀粉酶、麦芽糖酶或淀粉磷酸化酶作用下转变成葡萄糖(或磷酸葡萄糖)。

(2) 脂肪的转化 脂肪在脂肪酶作用下转变为甘油和脂肪酸,再进一步转化为糖。

(3) 蛋白质的转化 胚乳或子叶内贮藏的蛋白质在蛋白酶和肽酶的催化下,分解为氨基酸。

(4) 植酸的动员 植酸在植酸酶的作用下分解为肌醇和磷酸。

9. 答:植物的生长表现出生长大周期的原因如下。对于一年生植物而言,由于生长初期植

株幼小，合成干物质的量少，因而生长缓慢；以后因为枝繁叶茂，光合作用大大加强，合成大量有机物，干重急剧增加，因而生长加快；最后由于植株进入衰老期，光合作用下降，合成有机物的量减少，加上呼吸作用的消耗，干重不但不会增加，甚至还会减少。在植物整个生长过程中，其生长速率表现出“慢—快—慢”的特点。

10. 答：植物组织培养（plant tissue culture）是指在无菌条件下，将外植体（植物器官、组织、花药、花粉、体细胞甚至原生质体）接种到人工配制的培养基上培育成植株的技术。植物组织培养一般要经过下列步骤。

（1）培养基的制备。

（2）外植体（如菊花叶的一小部分）准备、消毒与接种。

（3）愈伤组织的诱导。

（4）器官的分化或体细胞胚的诱导发生。

（5）试管苗的移栽等。

11. 答：所谓“根深叶茂”、“本固枝荣”，阐述了植物地下部与地上部生长的相关性，具体体现在：① 地上部分生长需要的水分和矿物质主要是由根系供给的。另外根系还能合成多种氨基酸、细胞分裂素等供应地上部分。因此，根系发育得好，对地上部分生长也有利。② 植物地上部分对根的生长也有促进作用，叶片中制造的糖类、生长素、维生素等可以供应根，以利于根的生长。因此，根系生长不好，地上部分的生长亦会受到影响；反之，地上部分生长不好，地下部的生长也同样受到制约。

“旱长根、水长苗”的现象是由于种子萌发、生长初期根和胚芽鞘的生长所要求的含氧量不同所致。根的生长，既有细胞的伸长和扩大，也包括细胞分裂，而细胞分裂需要有氧呼吸提供能量和重要的中间产物。因而水多、氧不足时，根的生长受到抑制。但是胚芽鞘的生长，主要是细胞的伸长与扩大，当水分供应充足时，胚芽生长较快。此外，环境中氧气含量的变化还影响生长素的含量。在水少供氧充足时，IAA 氧化酶活性升高，使 IAA 降解加快，导致胚芽鞘细胞伸长和扩大受抑制，根生长受影响小。而在水分充足的条件下，氧气则相应减少，IAA 氧化酶活性降低，IAA 的降解减慢，从而促进胚芽鞘细胞的伸长；由于根对 IAA 非常敏感，相对较多得 IAA 运输到根部后，使根的生长受到抑制。

12. 答：高山上生长的树木比平原地区的矮小，产生的原因可能有以下几个方面。

（1）高山上水分较少，土壤也较瘠薄，肥力较低，造成植物因缺少水、肥而生长不良。

（2）气温较低，且昼夜温差较大，夜间温度过低，造成植物代谢缓慢，因而表现出植株生长缓慢。

（3）高山风力较大，使植株受到的机械刺激多，体内激素平衡不利植物生长发育。

（4）高山顶上空气中灰尘较少，光照较强，紫外线也较多，由于强光特别是紫外线抑制植物生长，因而高山上的树木生长缓慢而矮小。

13. 答：植物向光性的机制如下：植物的向光弯曲是由于向光面的生长与背光面生长的不均匀所致。究其原因目前主要有两种观点，一种观点认为由于生长素分布不均匀，单方向的光照会引起生长素向背光面移动，以致引起背光面生长素含量增多，而较高浓度的生长素促进茎细胞生长，因而背光面比向光面生长快，而表现向光弯曲。照光引起生长素不均等分布的原因，可能是单方向光照引起胚芽鞘尖端不同部分产生电势差，向光的一侧带负电荷，背光的一侧带正电荷，

而生长素——吲哚乙酸呈弱酸性带负电荷,因而向带正电荷的背光一侧移动,背光一侧生长素含量升高,生长加快,结果向光弯曲。另一种观点认为是由于抑制物质分布不均匀而造成的。

植物向重力性的机制如下:一般认为,向重力性导致的弯曲生长也是由于生长素的不均匀分布引起的。当植株水平放置时,由于重力的作用,器官上侧的生长素将向下侧移动,从而导致上侧生长素减少,下侧生长素增多。生长素向下侧移动可能是由于重力的影响而造成的电势差,引起上侧带负电荷、下侧带正电荷,带负电荷的生长素于是就向下移动。由于根对生长素很敏感,微量的生长素促进根的生长,生长素稍多时,根的生长就受到抑制。因此,根横放时,下侧的生长将由于生长素增多而受抑制,根就向下弯曲生长。同时,Ca^{2+} 和 ABA 在向重力性中也发挥重要作用。有人认为,平衡石"沉降"到细胞下侧的内质网上,产生压力,诱发内质网释放 Ca^{2+} 到细胞质中,Ca^{2+} 和钙调素结合后将激活细胞下侧的生长素泵和钙泵,引起细胞下侧生长素和 Ca^{2+} 的积累。同时发现,在横放根的下侧积累较多的 ABA,从而抑制下侧的生长,引起根尖向下弯曲生长。

14. 答:植物运动中属于生长性运动的包括向光性、向重力性、向化性、向水性等向性运动都是由于生长的不均匀而引起的,故向性运动都是生长性运动。在感性运动中有些是生长性运动,如偏上性生长、偏下性生长等,而有些则不是生长性运动,如含羞草叶片的感震性,大豆、花生等的叶片白天张开,晚上合拢现象等,则属于膨胀性运动。

15. 答:含羞草小叶和复叶运动的机制如下:含羞草受震动(或其他刺激如烧灼、电击等)之后,几秒钟内叶子就会下垂,其机制是,由于复叶叶柄基部的叶枕中细胞紧张度发生变化的结果。在解剖结构上,叶枕的上半部的细胞胞壁较厚,而下半部的较薄,下半部组织的胞间隙也比上半部的大。在震动刺激下,叶枕下半部细胞的透性增大,水分和溶质由液泡中透出,进入胞间隙,因此下半部组织细胞的紧张度下降,组织疲软,而上半部组织此时仍保持紧张状态,复叶叶柄即下垂。经过一定时间后,植株又可恢复原状。

七、论述题

1. 答:光对植物生长的影响表现在以下几个方面。

(1) 光是植物光合作用的能源,也是叶绿素形成的条件,光通过光合作用为植物的生长提供有机营养和能量,因此,光是植物生长的根本条件。在一定的范围内,植物的光合速率随光强的增强而相应地增加,但当光强超过一定范围之后,会出现光饱和现象。强光也会产生光抑制现象。光质主要影响光合效率。在橙光和红光下光合效率最高,其次是蓝绿光,绿光最差。其主要原因是不同波长的光传递到作用中心的效率不相同。光质也影响植物生长,一般红光对植物细胞生长没有抑制作用;而短波光,特别是紫外线破坏生长素,对植物细胞的延伸生长有抑制作用。

(2) 光控制植物的形态建成,即叶的伸展扩大,茎的高矮,开花等。光建成所需要的光能比一般光合作用光补偿点所需的能量至少低 30 ~ 40 倍。

① 光与种子萌发。需光种子的萌发受光照的促进,而需暗种子的萌发则受光抑制。

② 光与植物的营养生长。幼苗的发育对光有明显的要求,黑暗中,生长会呈黄化状态,表现出茎叶淡黄、茎秆柔嫩细长等。照光后,就能使茎叶逐渐转绿,植株健壮。

③ 光与成花诱导。自然界许多植物开花受光周期的诱导,如长日植物小麦、短日植物苍耳等植物的开花对日照的长短都有严格的要求。

④ 日照时数影响植物生长与休眠。绝大多数多年生植物都是长日照条件促进生长、短日照

条件诱导休眠。

⑤ 光与植物的运动。如向光性,通常茎叶有正的向光性,根有负的向光性。此外,一些植物叶片的昼开夜合,气孔运动等都受光的调节。

2. 答:所谓光形态建成就是指光控制植物生长、发育和分化的过程。在光合作用过程中光是以能量的方式影响植物的生长发育,在一定条件下,光合速率随着光强的增加而增加;而在光形态建成过程中,光则是作为一种信号在起作用。光信号通过光受体激活一系列生理生化代谢过程,最终导致植物形态结构特征的建成。

光形态建成是低能反应,所需能量比光合作用光补偿点的能量还低 30 ~ 40 倍。光以信号的方式影响植物的生长发育,主要与信号的有无、信号的性质(即波长)密切相关。

3. 答:光敏色素分子的光学性质如下:吸收红光和远红光并发生可逆转换的光受体即为光敏色素(phytochrome)。光敏色素有两种类型:红光吸收型(red light-asorbing form, P_r)和远红光吸收型(far red light-asorbing form, P_{fr}),P_r和P_{fr}最大吸收波长分别为 660 nm 和 730 nm,在离体或活体条件下,P_{fr}可以在暗中自发地逆转为 P_r。其中 P_r是生理钝化型,P_{fr}是生理活化型。

高等植物中光敏色素参与调节的主要生理过程有:种子萌发、核酸合成、光周期、RuBPC 基因表达、胚芽鞘的生长速度、脂肪酸合成、花诱导、性别分化、节间伸长、向光敏感性、酸性磷酸酯酶、块茎形成、含羞草小叶运动、花色素苷形成、苯丙氨酸裂解酶、节律现象、气孔分化、质体形成、乙烯合成及花粉育性等。

4. 答:根据光敏色素反应对光量的要求,光敏色素反应可分为以下几种类型:

(1) 极低辐照度反应(VLFRs) 反应所需的光量很低,0.0001 $\mu mol \cdot m^{-2}$光强度即可启动该反应过程。如 0.001 ~ 0.1 $\mu mol \cdot m^{-2}$的红光即可诱导拟南芥种子萌发。但这种极低的光强只能将不到 0.02% 的 P_r转换为生理活性态的 P_{fr},因此极低辐照度反应不被远红光所逆转。

(2) 低辐照度反应(LFRs) 该反应所需光强为 1.0 ~ 1 000 $\mu mol \cdot m^{-2}$,是典型的红光 - 远红光可逆反应。如莴苣种子的萌发、叶的运动等都属于此类反应。

(3) 高辐照度反应(HIRs) 该反应需要持续的强光照,其光饱和量比低辐照度反应的大 100 倍以上。光照时间越长,反应程度越大,并且在一定范围内反应程度与辐照度大小成正比。然而,即使是连续的低光强也不能启动该反应,该过程也不为远红光所逆转。如光敏色素参与的黄化苗的变绿、花色素的形成、下胚轴的伸长等反应过程即属于此类反应。

5. 答:植物受光敏色素调节的某一生理过程是可以通过试验证明的。光敏色素有红光吸收型和远红光吸收型两种存在形式,这两种形式可在红光和远红光照射下发生可逆反应,互相转化,依据这一特征,可用红光与远红光交替照射的方法,观察其所引起的生理反应,从而判断某一生理过程是否有光敏色素参与。例如莴苣种子的萌发需要光,当用 660 nm 的红光照射时促进种子萌发,而用 730 nm 的远红光照射时,抑制萌发。当红光照射后紧接着再照以远红光,则红光的效果被消除,当用红光和远红光交替照射时,种子的萌发状况决定于最后照射的是红光还是远红光,前者促进萌发,后者抑制萌发。或者用短日植物苍耳闪光试验来证明。如在苍耳生长的暗期中间若用 660 nm 的红光进行闪光处理后不开花,紧接着用 730 nm 的远红光照射后可使其开花,当反复用这两种波长的光交替照射时,可相互抵消彼此的效应,且最后的效应取决于最后一次所用光的波长,则可确定苍耳开花与其体内光敏色素有关。

6. 答:植物顶端在生长上占有优势并抑制侧枝或侧根生长的现象,称为顶端优势。其原因,目前主要有3种假说。一种是"营养假说",认为顶芽构成营养库,垄断了大部分的营养物质,而侧芽因缺乏营养物质而生长受到抑制。第二种是"生长素假说",认为顶端优势是由于生长素对侧芽的抑制作用而产生的。植物顶端形成的生长素,通过极性运输,下运到侧芽,侧芽对生长素比顶芽敏感而使生长受抑制。第三种是"营养转移假说",认为生长素既能调节生长又能影响物质的运输方向,使养分向产生IAA的顶端集中。植物顶端是生长素的合成部位,高浓度的IAA使其成为生长中心和物质交换中心,将营养物质调运至茎端,因而不利侧芽的生长。

生产上利用顶端优势的例子很多。如栽培用材林时,为了获得优质木材,就可以人为去掉侧芽,促进主干高大笔直;若需收获经济树种如茶树、桑树等或观赏植物如立菊等,则往往采取截枝、打顶的方法促进多发侧枝。农作物如大豆、番茄、棉花等的去尖、打顶,也是为了促进分枝,增加产量。麻类、烟草、玉米、甘蔗、高粱等作物,也要保持顶端优势。在育苗移栽过程中,通过断根方法切断主根,目的是促进侧根发生,提高幼苗的移栽成活率。

7. 答:植物营养生长和生殖生长的关系密切。营养生长和生殖生长是相互依赖相互协调的。营养器官生长为生殖器官生长提供物质和能量。健壮的营养生长为成花诱导、花芽分化、授粉受精及籽实生长奠定基础;营养器官生长不好,生殖器官自然也生长不好。另一方面,生殖器官在生长过程中会大量合成一些激素类物质,反过来促进物质代谢和转运,有利于光合及营养生长。

营养生长与生殖生长也存在相互制约的关系。如营养生长过旺,枝叶徒长,营养大量消耗,造成"贪青晚熟",必然影响生殖生长。相反,生殖生长过旺,花果过多,往往消耗大量营养,就会抑制营养生长,甚至导致营养器官的早衰、死亡。

在生产上,应根据栽培目的,适当调控营养生长和生殖生长,以获得高产稳产。如果树等,营养生长和生殖生长交替进行,更应协调好两者之间的关系,否则会出现大小年现象,一般适当疏花、疏果、剪枝或施用生长调节剂等措施协调好营养生长和生殖生长的关系,可保证果树年年丰产,避免大、小年现象。

7.5 启发性思考题

试述光在植物形态建成中的作用和应用。

第8章　植物的生殖生理

8.1　学习内容要求

8.1.1　了解内容

1. 植物幼年期与花熟状态。
2. 花器官发育的基因调控。
3. 花粉和柱头的生活力。

8.1.2　熟悉内容

1. 花器官启动、形成的形态、生理生化变化。
2. 影响花器官形成的条件。
3. 植物的性别分化。
4. 花粉和柱头的识别。

8.1.3　掌握内容

1. 春化作用的过程及机制、应用。
2. 光周期类型、机制及应用。
3. 受精过程中雌蕊的生理生化变化。

8.2　学习内容提要

8.2.1　基本内容

高等植物的发育中，一般将高等植物从种子萌发开始到结实的整个过程称为生活周期或发育周期。在植物的生活周期中，最明显的变化是营养生长到生殖生长的转变，其转折点就是花芽分化。花芽分化是指成花诱导之后，植物茎尖的分生组织不再产生叶原基和腋芽原基，而分化形成花或花序的过程。营养生长到生殖生长的转变过程中，植株在形态上和体内代谢方面都发生了一系列巨大变化。

1. 幼年期与花熟状态

植物开花之前必须达到的生理状态，称为花熟状态。植物在达到花熟状态之前的生长阶段称为幼年期。处于幼年期的植物，即使满足其成花所需的外界条件也不能成花。已经完成幼年

期生长的植物,也只有在适宜的外界条件(主要是温度高低和日照长短)下才能开花。因此,幼年期、温度和日照长短是控制植物开花的三个重要因素。

2. 成花诱导生理

1) 春化作用

低温促进植物开花的作用称为春化作用。春化作用是温带地区植物发育过程中表现出来的特征。需要春化的植物,包括大多数二年生植物(如萝卜、胡萝卜、白菜、芹菜、甜菜、荠菜、天仙子等),部分一年生冬性植物(如冬小麦、冬黑麦、冬大麦等)和一些多年生草本植物(如牧草)。需要春化的植物经过低温春化后,往往还要在较高温度和长日照条件下才能开花,实际上春化过程只对植物开花起诱导作用。

根据植物对低温的要求程度可将其为两种类型:相对低温型和绝对低温型。

春化作用的条件:① 低温和低温持续的时间;② 氧气、水分和糖分;③ 光照。但不同植物感受低温的时期具有明显差异,大多数一年生冬性植物在种子吸胀以后即可接受低温诱导,而大多数需要低温的二年生和多年生植物只有当幼苗生长到一定大小后才能感受低温。感受低温的部位是茎尖端的生长点等分生组织,在大多数植物中,春化产生的开花刺激物可以在器官间或植株间进行传递。但目前有关春化刺激物的分离鉴定工作始终没有实质性突破。

利用分子生物学手段,在模式植物拟南芥(*Arabidopsis thaliana* L.)发现至少有 5 个与春化反应直接相关的基因:*vrn1*、*vrn2*、*vrn3*、*vrn4*、*vrn5*。其中 *vrn2* 编码一个核定位锌指结构蛋白,可能参与转录的调控(Anthony 等,2001)。此外,春化处理后,拟南芥 DNA 的甲基化水平大大降低,促使营养生长向生殖生长的转变(Finnegan 等,1998)。表明植物开花是一个由内部基因自主控制的过程,且与环境互作。

2) 光周期

自然界中,植物的开花具有明显的季节性,季节的特征明显表现为温度的高低、日照的长短等,其中日长的变化是季节变化最可靠的信号。在一天 24 h 的循环中,白天和黑夜总是随着季节不同而发生有规律的交替变化。一天之中白天和黑夜的相对长度,称为光周期。植物对白天和黑夜相对长度的反应,称为光周期现象。

根据植物开花对光周期的反应可将植物分为 3 种主要类型:短日植物、长日植物和日中性植物。短日植物是指在昼夜周期中日照长度短于某一临界值时才能开花的植物。长日植物是指在昼夜周期中日照长度大于某一临界值时才能开花的植物。日中性植物是指在任何日照长度条件下都能开花的植物。还有些植物,花诱导和花形成的两个过程很明显地分开,且要求不同的日照长度,这类植物称为双重日长(dual daylight)类型;还有一类植物,只有在一定长度的日照条件下才能开花,延长或缩短日照长度均抑制其开花,这类植物称为中日性植物。

所谓临界日长是指在昼夜周期中诱导短日植物开花所需的最长日照长度或诱导长日植物开花所必需的最短日照长度。根据植物开花对日长要求的严格程度,可将植物分为绝对短日植物和绝对长日植物、相对长日植物或相对短日植物。

不同植物开花时所需的临界日长不同,但并不意味着植物一生中所必需的日照长度,而只是在发育的某一时期经一定数量的光周期诱导后才能开花。达到一定生理年龄的植株,只要经过一定时间适宜的光周期处理,以后即使处在不适宜的光周期条件下,仍然可以长期保持刺激的效果而诱导植物开花,这种现象称为光周期诱导。值得注意的是,适宜的光周期处理只是对植物成

花反应起诱导作用，花芽的分化往往出现在光周期诱导之后的若干天。

有临界日长就有临界暗期，所谓临界暗期，是指在昼夜周期中长日植物能够开花的最长暗期长度或短日植物能够开花的最短暗期长度。短日植物实际上就是长夜植物(long night plant)，而长日植物实际上是短夜植物(short night plant)。暗期间断对植物开花的影响，表明暗期对植物开花的重要性。植物通过光周期诱导所需的光强较低，约 50 ~ 100 lx。虽然暗期对植物成花反应起着决定性作用，但光期却是不可缺少的条件，这可能与植物开花必须充足的光合产物累积为前提有关。

暗期间断以红光最有效，蓝光效果很差，绿光几乎无效。红光间断暗期的效果可被远红光所抵消，且这个反应可以反复逆转多次。植物成花反应存在对红光 - 远红光的可逆反应，说明光敏色素系统参与了成花诱导过程。除有光敏色素外，蓝光受体(由 *cry1* 和 *cry2* 编码)也参与了植物的光周期反应过程。

植物是通过叶片感受光周期刺激的，在大多数植物中，光周期处理后产生的“开花刺激物”能有效传递并诱导不同植株开花，说明这种开花刺激物在本质上没有明显区别，但目前对这种开花刺激物的性质同样缺乏足够的认识和了解。

成花诱导是一个由多种因子调控的复杂过程，包括植物激素、糖类等。Blazquez(2000)提出成花诱导存在 4 种途径：① 光周期途径；② 自主/春化途径；③ 糖类(或蔗糖)途径；④ 赤霉素途径。这 4 种途径的核心都是通过促进关键的花分生组织决定基因 *AGL20*(*AGAMOUS LIKE* 20)的表达，从而调节下游花分生组织决定基因 *LEAFY*(*LFY*)的表达。

春化和光周期理论已在生产中得到广泛应用：① 人工春化，加速成花；② 指导引种；③ 人工控制光周期，控制植物开花等。

3. 成花启动和花器官形成生理

植物成花反应的明显标志就是茎尖分生组织在形态上发生显著变化，从营养生长锥变成生殖生长锥，经过花芽分化过程，由外向内逐渐分化形成若干轮突起，在原来形成叶原基的位置，分别形成花被原基、雄蕊原基和雌蕊原基，逐步形成花器官。花器官形成过程中伴随着细胞代谢和物质合成的显著加快，是一个基因特异性表达的过程，同时也受环境条件如光照、温度、水分、肥料等以及生长调节物质的影响。

此外，环境条件还影响植物的性别分化，即改变植株雌、雄花的分化比例。一般短日照促进短日植物多开雌花，长日植物多开雄花；而长日照则促使长日植物多开雌花，短日植物多开雄花。水肥、昼夜温度、植物激素，甚至伤害都影响植株的性别分化。

近年来，功能基因组学研究的巨大进展，揭示了特异性基因表达及其相互作用影响花器官发育的分子机制。E. Meyerowitz 和 E. Coen 根据拟南芥和金鱼草控制花器官发育的同源异型突变体的研究结果，率先提出了花器官发育的 ABC 模型：即将控制花器官发育的基因——*AP1*/*AP2*、*AP3*/*PI*、*AG* 分别归纳为 A、B、C3 类，A 组基因控制第 1、2 轮花器官的发育；B 组基因控制第 2、3 轮花器官的发育；C 组基因控制第 3、4 轮花器官的发育。拟南芥花的四轮结构——花萼、花瓣、雄蕊和雌蕊分别由 A，AB，BC 和 C 类基因决定，A 组基因突变，会使第 1 轮萼片变为心皮，第 2 轮花瓣变为雄蕊；B 组基因突变，会使第 2 轮花瓣变成萼片，第 3 轮雄蕊变成心皮；C 组基因突变则使第 3 轮雄蕊变为花瓣，第 4 轮心皮变成萼片；B 和 C 组基因双突变体，第 1 轮至第 4 轮全部发育为萼片。随着研究的深入，Colombo L. 等(1995)将 ABC 模型修正为 ABCD 模型；Theissen G.

(2001)又将 ABCD 模型修正为 ABCDE 模型。

可以看出,花器官的发育是受众多基因产物共同控制的,然而,要完全阐明成花基因之间的分子机制无疑是当前最富挑战性的研究工作之一。

4. 受精生理

植物的受精过程与植物生产的产量和品质息息相关。所谓受精作用是指植物在开花之后,经过花粉在柱头上萌发、花粉管伸长进入胚囊,完成雄性生殖细胞(精子)与雌性生殖细胞(卵细胞)融合的过程。受精过程不仅取决于花粉和柱头生活力的强弱,还受花粉和柱头之间亲和性的影响。

不同植物花粉的生活力差异很大,短的只能存活几分钟,长的其生活力可保持一年之久。植物的花粉粒体积较小,贮藏的营养物质有限,而呼吸作用却非常旺盛。因此,花粉内含物的数量和组分与花粉的育性密切相关。一般可育花粉其内含物中淀粉、蔗糖特别是脯氨酸的含量较高。此外,花粉的生活力还受环境条件的影响,一般在干燥、低温、空气中 CO_2 浓度增加和氧气减少的情况下,有利于保持花粉的活力。柱头的生活力一般能保持 1 周左右,但其受精能力在开花后日趋下降。

落到柱头上的花粉吸水膨胀,使花粉管突出萌发孔,沿着花柱定向向胚珠生长的过程即花粉的萌发。花粉萌发受空气相对湿度和温度的影响较大。花粉的萌发和花粉管的生长,表现出群体效应。花粉萌发后能否完成受精,还受花粉和柱头之间"亲和性"的影响。亲和性识别由花粉外壁中的糖蛋白(glycoprotein)与柱头表面蛋白质薄膜(pellicle)中所含的识别糖蛋白相互作用而完成。如果双方是亲和的,花粉管能穿过柱头、进入胚囊、完成受精;如果是不亲和的,则花粉管生长受抑、受精失败。

自然界中,许多植物存在的自交不亲和性(self-incompatibility, SI)是保持物种相对稳定的基础,但给生产中杂种优势的利用带来了巨大障碍。生产中常采用花粉蒙导法、蕾期授粉法、物理化学处理法、离体培养、细胞杂交、原生质体融合或转基因技术等来克服种间、属间杂交的不亲和性,达到利用杂种优势的目的。

完成受精后的雌蕊组织,其呼吸速率、物质合成能力、营养吸收能力等明显加快。引起受精后子房代谢剧烈变化的主要原因之一是子房受精后其生长素含量剧增,生长抑制物浓度不断下降,导致更多的有机物被"吸引"到雌蕊组织中,使子房迅速生长发育成果实。自然界中,香蕉、柑橘和葡萄等一些品种普遍存在的单性结实现象,也是由于其未受精的子房中含有高浓度的生长素所致。因此,生产中常采用生长素类调节剂处理开花前的番茄、黄瓜等,获得无籽果实。

8.2.2 重点内容

1. 植物春化作用与光周期理论及其应用。
2. 植物的性别分化与影响条件。
3. 受精生理及其与农业生产的关系。

8.3 自测试题

一、名词解释

1. 花熟状态　　2. 春化作用

3. 去春化作用　　4. 再春化现象
5. 短日春化现象　　6. 光周期现象
7. 短日植物　　8. 长日植物
9. 临界日长　　10. 临界暗期
11. 光周期诱导　　12. 雌雄异株植物
13. 雌雄同花植物　　14. 雌雄同株植物
15. 群体效应　　16. 同源异型突变体
17. 受精作用　　18. 识别反应
19. 受精的不亲和性　　20. 蒙导花粉

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. SDP　　2. LDP
3. HPGMR　　4. LSDP
5. SLDP　　6. IDP
7. DNP　　8. SI

三、填空题

1. 花芽分化是指成花诱导之后，茎尖的分生组织不再产生叶原基和腋芽原基，而分化形成_____的过程。

2. 植物由营养生长转入生殖生长的显著标志是_____。

3. 植物通过春化后其呼吸速率会_____。

4. 实验表明，植物经光周期诱导后产生的开花刺激物的运输途径是_____。

5. 植物在达到花熟状态之前的生长阶段称为_____。

6. 1918 年，_____发现，冬黑麦在萌发期或苗期必须经历一个低温阶段才能开花。1928 年，_____将吸水萌动的冬小麦种子经低温处理后春播，可在当年夏季抽穗开花，他将这种处理方法称为春化。

7. 根据所要求春化条件的不同，一般可将小麦分为_____、_____和_____3 种类型。

8. 一般来说，冬性越强，要求的春化温度越_____，完成春化所需要的天数越_____。

9. 对大多数要求低温的植物来说，最有效的春化温度是_____。在一定期限内，春化的效应会随低温处理时间的延长而_____。

10. 除了低温这一主要条件外，完成春化作用还需要_____、_____和_____等条件。

11. 植物的光周期现象是美国园艺学家_____和_____在 1920 年研究日照长度对烟草开花的影响时发现的。

12. 植物光周期的反应类型主要有 3 种：_____、_____和_____。

13. 植物成花诱导中，感受光周期诱导和低温的部位分别是_____和_____。

14. 欲使菊花提前开花可对菊花进行____处理；要想使菊花延迟开花，可对菊花进行_____处理。

15. 短日植物南种北引，则生育期_____，若要引种成功，应引用_____种，长日植物南种北引，则生育期_____，应引用_____种。

16. 一般来说，持续短日照促使短日植物多开_____花，长日植物多开_____花，而长日照

促使长日植物多开_____花,短日植物多开_____花。

17. 光周期还影响植物的育性,如湖北光敏感核不育水稻在短日(小于 14 h 光照)下花粉_____育,在长日(大于 14 h 光照)下_____育。

18. 双受精过程中的一个精细胞与卵细胞融合形成_____,另一个精细胞与中央细胞的两个极核融合,形成初生_____核。

19. 土壤干燥缺氮时,可促进_____花的分化;土壤中氮肥和水分充足时,可促进____花分化。

20. 雌雄同株异花的植物花芽分化时,通常_____花的发育要早于_____花。

21. 矮壮素能抑制_____花的分化;三碘苯甲酸抑制_____花的分化。

22. 可育花粉内含物中_____、_____特别是_____的含量较高。

23. 花粉的识别物质是_____,雌蕊的识别感受器是柱头表面的_____。

24. 引导花粉管定向生长的无机离子是_____。

25. 元素_____对花粉萌发和花粉管的伸长有显著的促进效应。

26. 孢子体型不亲和发生在_____,表现为花粉管不能穿过柱头,而配子体型不亲和发生在_____,表现为花粉管生长停顿、破裂。

27. 在育种工作中,一般用_____、_____和_____等条件来暂时保存花粉。

28. 柱头的表皮覆盖着一层亲水的_____,不仅能黏着花粉粒,更是柱头与花粉相互_____的"感应器"。

29. 受精后子房中_____含量剧增,是引起子房代谢剧烈变化的原因之一。

30. 熏烟和机械损伤导致雌花数量增加的原因,是增加了植物体内_____产生的缘故。

四、选择题(单选或多选)

1. 春化作用是(　　)植物发育过程中表现出来的特征。

A. 温带地区　　B. 热带地区　　C. 干旱地区　　D. 湿润地区

2. 一般植物经过一定时间的低温处理后,其 DNA 的甲基化水平(　　)。

A. 没有变化　　B. 增加　　C. 降低　　D. 无规律可循

3. 季节变化最可靠的信号是(　　)。

A. 温度的高低　　B. 雨水的多少　　C. 光照的强弱　　D. 日照的长短

4. 间断暗期最有效的光是(　　)。

A. 红光　　B. 远红光　　C. 蓝紫光　　D. 绿光

5. 促进瓜类雌花分化的植物激素是(　　)。

A. 细胞分裂素　　B. 赤霉素　　C. 生长素　　D. 乙烯

6. 促进瓜类雄花分化的植物激素是(　　)。

A. 生长素　　B. 赤霉素　　C. 细胞分裂素　　D. 乙烯

7. 将北方的冬小麦引种至广东栽培,结果不能抽穗结实,主要原因是(　　)。

A. 日照短　　B. 气温高　　C. 雨水多　　D. 光照强

8. 下列植物中开花需经历低温春化作用的是(　　)。

A. 黄瓜　　B. 胡萝卜　　C. 天仙子　　D. 大白菜

9. 可育花粉内含物中含量高的化合物有(　　)。

A. 淀粉 B. 蔗糖 C. 甘油 D. 脯氨酸

10. 多数植物感受低温诱导后产生的春化效应,可通过( )传递下去。

A. 细胞分裂 B. 细胞分化 C. 分蘖 D. 种子

11. 多数植物通过光周期诱导后产生的效应,可通过( )相互传递。

A. 细胞分裂 B. 嫁接 C. 分蘖 D. 种子

12. 春化处理后冬小麦的体内主要变化有( )。

A. 可溶性蛋白质增加 B. 脂质物质增多 C. 氨基酸含量增加 D. 赤霉素含量增加

13. 小麦、油菜等经过春化处理后体内脯氨酸含量会( )。

A. 减少 B. 增加 C. 无规律性变化 D. 变化很小

14. 春化作用感受部位是( )。

A. 叶片 B. 叶鞘 C. 茎尖生长点 D. 根系

15. 在长暗期中间若给予适宜的光间断处理,可被促进开花的植物是( )。

A. 冬小麦 B. 大麦 C. 玉米 D. 大豆

16. 长日植物的临界日长( )长于短日植物,短日植物的临界暗期( )长于长日植物。

A. 一定,一定 B. 不一定,不一定 C. 一定,不一定 D. 不一定,一定

17. 玉米的雌穗原基中有较高的( )水平和较低的( )水平。

A. CTK,GA B. IAA,GA C. GA,IAA D. CTK,IAA

18. P_{fr}对光谱的吸收峰是( )。

A. 660 nm B. 685 nm C. 652 nm D. 730 nm

19. 光周期刺激的感受部位是( )。

A. 叶片 B. 顶芽 C. 叶子和顶芽 D. 根尖

20. 利用暗期间断抑制短日植物开花,选择下列哪种光最有效?( )

A. 红光 B. 蓝紫光 C. 远红光 D. 绿光

21. 经过适当光周期诱导过的短日植物,继续处于短日光周期下,雌雄花的比例是( )。

A. 雌雄花比例增大 B. 雌雄花比例减少 C. 雌雄花比例变化不大 D. 无规律可循

22. 土壤干旱和氮肥缺乏对雌雄同株异花植物的花性别分化的影响是( )。

A. 促进雌花分化,抑制雄花分化 B. 促进雄花分化,抑制雌花分化

C. 只影响花的数目,不影响花性别的分化 D. 无任何影响

23. 下列植物中属于短日植物的是( )。

A. 晚稻 B. 小麦和甘蓝 C. 大豆 D. 四季豆和番茄

24. 植物体感受光周期诱导的光敏受体是( )。

A. 紫外光A受体 B. 紫外光B受体 C. 蓝光受体 D. 光敏色素

25. 不同种类的植物通过光周期诱导的天数不同,需要1天以上的植物有( )。

A. 苍耳 B. 菊花 C. 晚稻 D. 菠菜

26. 用环割处理证明,光周期诱导产生的开花刺激物质向茎生长点运输的主要途径是( )。

A. 木质部　　B. 胞间连丝　　C. 韧皮部　　D. 细胞间隙

27. 当光周期短于 12 h 时能够开花的一般是短日植物,该判断是(　　)。

A. 正确的　　B. 可以的　　C. 不正确的　　D. 基本正确的

28. 某大豆品种的临界日长为 15 h,抑制其开花的光周期性诱导处理是(　　)。

A. 14 h 光照 +10 h 黑暗

B. 16 h 光照 +8 h 黑暗

C. 13 h 光照 +11 h 黑暗并在暗期开始后 3 h 处用红光中断 15 min

D. 8 h 光照 +16 h 黑暗并在暗期中间用白光中断 15 min

29. 下列元素中对花粉萌发具有显著促进效应的元素是(　　)。

A. N　　B. K　　C. Si　　D. B

30. 植物花粉的生活力有很大的差异,水稻花粉寿命很短,一般只有(　　)。

A. 5 ~ 10 min　　B. 1 ~ 2 h　　C. 1 ~ 2 天　　D. 3 天

31. 在成花诱导过程中,对植物成花作用效应较大的植物激素是(　　)。

A. IAA　　B. GA　　C. ETH　　D. CTK

32. 发育的解剖学、遗传和分子生物学的研究表明,花器官的发育是分轮次进行的,即萼片、花瓣、雄蕊、心皮和胚珠,由 ABCDE 模型可知,C 类基因参与(　　)的发育。

A. 萼片和雄蕊　　B. 花瓣和雄蕊　　C. 雄蕊和心皮　　D. 心皮和胚珠

33. 植物花粉萌发时,其生理生化变化包括(　　)。

A. 水解酶活性增强　　B. 呼吸速率剧增长

C. 蛋白质合成加快　　D. 脂肪大量合成

五、是非判断题

1. 绝大多数植物经过低温春化后,还要在较高温度和长日照条件下才能开花。(　　)

2. 绝对低温型植物在种子吸涨以后就能感受低温。(　　)

3. 植物的原产地不同,通过春化时所要求的温度却是一样的。(　　)

4. 在一定期限内,冬性植物进行春化时,春化的效应随低温处理时间的延长而增加。(　　)

5. 完成低温春化的冬性植物,置于高温下会出现脱春化作用。(　　)

6. 相对低温性植物如黑麦等,短日照处理可代替春化处理而诱导开花反应。(　　)

7. 植物完成春化后,其茎尖的生长点在形态上立刻产生明显的变化。(　　)

8. 对于短日植物而言,其开花主要是受日照长度的控制。(　　)

9. 植物在光周期反应过程中,是受单一的光受体即光敏色素调节的。(　　)

10. 一般情况下,植株年龄越大,通过光周期诱导所需的时间越短。(　　)

11. 冬小麦不经春化处理在春天播种,可以正常开花结实。(　　)

12. 若在光期的中间插入一短暂的暗期,对长日植物和短日植物的开花反应都没有什么影响。(　　)

13. 长日植物天仙子和短日植物烟草嫁接,无论在长日照或短日照条件下两者都不能开花。(　　)

14. 大豆是在子叶伸展期才开始对光周期表现敏感。(　　)

15. 将南方的大豆放在北京地区栽培,开花会推迟。(　　)

16. 若给予菊花遮光处理缩短光照,则可提前至夏季开花。( )

17. 南麻北种可使麻秆生长较长,提高纤维产量和质量,种子也能及时成熟。( )

18. 水稻同一穗上的不同颖花发育有差异,处在上部枝梗与枝梗顶端的花,往往成为强势花,而处在下部枝梗的颖花则成为生长不良的弱势花。( )

19. 夏季的适度干旱可提高果树的C/N比,而有利于花芽分化。( )

20. 高等植物一般在个体发育后期才完成性别表达,其性别分化不易受环境因素或化学物质的影响。( )

21. 夜间较低温度不利于菠菜、大麻、葫芦等植物雌花的发育。( )

22. 矮壮素(CCC)因与IAA对抗而抑制雌花的形成。( )

23. 花的某一器官位置被另一类器官替代,如花瓣部位被雄蕊替代,这种遗传变异现象称花发育的同源异型突变。( )

24. 一般以现蕾作为植物生殖生长开始的标志。( )

25. 可育花粉比不可育花粉含量高的可溶糖是果糖。( )

26. 玉米生育期间,若缺少磷肥,细胞分裂受阻,会影响雌蕊的花柱抽出。( )

27. 以金鱼草为材料研究花粉管生长的结果表明,引导花粉管定向伸长的无机离子是硼。( )

28. 花粉中的识别蛋白实际上是一种糖蛋白。( )

29. 密集的花粉的萌发和花粉管的生长比稀疏的花粉的萌发和花粉管的生长要好。( )

30. 氮肥过多,营养生长旺盛,会促进花芽分化。( )

31. 只有经异株异花授粉后才能发生受精作用的现象称为自交不亲和或自交不育。( )

32. 雨天开花,花粉容易吸水而萌发。( )

33. 由未减数胚囊中的无融合生殖产生的后代不会发生分离,可以用来固定杂种优势。( )

34. 冬小麦、冬黑麦等一年生冬性植物只有在营养体生长时期才能通过春化诱导。( )

35. 湖北光敏核不育水稻在短日下可育,在长日下不育。( )

36. 较大的昼夜温差条件对许多植物的雌花发育有利。( )

37. 增加氧气含量,促进呼吸作用,有利于延长花粉的寿命。( )

六、简答题

1. 成花诱导存在哪几条主要途径?

2. 简述春化作用过程中的生理生化变化。

3. 赤霉素与春化作用有何关系?

4. 春化作用在农业生产上有何实践意义?

5. 植物的成花包括哪几个阶段?

6. 如何通过实验证实植物茎尖生长点是感受低温的部位?

7. 如何确定植物的光周期反应类型?

8. 植物的光周期反应有哪几个类型?

9. 简述光受体在光周期诱导植物成花反应中的功能和相互关系。

10. 简述光周期反应类型与植物原产地的关系。

11. ABCDE 模型的主要内容是什么?

12. 花粉管为什么能向着胚囊定向生长?

13. 克服自交和远缘杂交不亲和的途径有哪些?

14. 植物受精后,雌蕊的代谢主要有哪些变化?

15. 授粉后雌蕊中生长素含量剧增的主要原因是什么?

七、论述题

1. 植物的性别分化有什么特点? 研究植物的性别分化有何实际意义?

2. 影响花粉生活力的外界条件有哪些?

3. 花粉和柱头之间相互识别的机制是什么?

4. 高等植物的受精作用受哪些因素影响?

5. 用实验说明暗期和光期在植物成花诱导中的作用。

6. 影响植物性别分化的因素有哪些?

7. 影响植物花器官形成的条件有哪些?

8. 光周期理论在农业实践中应用在哪些方面?

8.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 花熟状态(ripeness to flower state):指植物开花之前必须达到的生理状态。

2. 春化作用(vernalization):指低温促进植物开花的作用。

3. 去春化作用(devernalization):指高温消除或解除春化作用的现象,也称为脱春化作用。

4. 再春化现象(revernalization):去春化的植物重返低温条件下,可重新进行春化,且低温的效应可以累加,这种去春化的植物再度被低温恢复春化的现象,称为再春化现象。

5. 短日春化现象(short day vernalization):指某些冬性禾谷类作物,短日照(short day,SD)处理可以部分或全部代替春化处理的现象。

6. 光周期现象(photoperiodism):指植物开花过程中表现出来的对白天和黑夜相对长度的反应。

7. 短日植物(short day plant,SDP):指在昼夜周期中日照长度短于某一临界值时才能开花的植物。

8. 长日植物(long day plant ,LDP):指在昼夜周期中日照长度大于某一临界值时才能开花的植物。

9. 临界日长(critical daylength):指在昼夜周期中诱导短日植物开花所需的最长日照长度或诱导长日植物开花所必需的最短日照长度。

10. 临界暗期(critical dark period):指在昼夜周期中长日植物能够开花的最长暗期长度或短日植物能够开花的最短暗期长度。

11. 光周期诱导(photoperiodic induction):指达到一定生理年龄的植株,只要经过一定时间适宜的光周期处理,以后即使处在不适宜的光周期条件下,仍然可以长期保持刺激的效果而诱导植物开花的现象。

12. 雌雄异株植物(dioecious plant):在单个植株上,要么形成只具有雌蕊的雌花,要么形成只具有雄蕊的雄花,即同一植株上只具有单性花。

13. 雌雄同花植物(hermaphroditic plant):指植物的同一朵花内同时具有雌蕊和雄蕊(即两性花)的植物。

14. 雌雄同株植物(monoecious plant):指同一植株上具有两种花,即一种是雄花、一种是雌花的植物,也称雌雄异花植物。

15. 群体效应(population effect)或集体效应(group effect):指在花粉萌发过程中,单位面积内的花粉的数量越多,花粉的萌发和花粉管生长越好的现象。

16. 同源异型突变体(homeotic mutant):植物花发育过程中某些重要器官发生了被其他器官取代的突变类型,称同源异型突变体,如花瓣被花萼取代、雌蕊被雄蕊取代等。

17. 受精作用(fertilization):指开花后,经过花粉在柱头上萌发、花粉管伸长进入胚囊,完成雄性生殖细胞(精子)与雌性生殖细胞(卵细胞)融合的过程。

18. 识别反应(recognition response):指花粉粒与柱头间的相互作用,即花粉外壁中的糖蛋白(glycoprotein),扩散进入柱头表面,与柱头表面的感受器——蛋白质薄膜(pellicle)中所含的识别糖蛋白结合后的辨认反应,其结果表现为"亲和"或"不亲和"。亲和时花粉粒能在柱头上萌发与伸长,最后进入胚囊完成受精;不亲和时,花粉则不能在柱头上萌发与伸长,或不能进入胚囊发生受精作用。

19. 受精的不亲和性(incompatibility):指具有正常功能的雌、雄配子在特定的组合下不能完成受精的现象。发生在两个不同物种之间的称种间不亲和性;发生在同一物种之内的称种内不亲和性或自交不亲和性。

20. 蒙导花粉(mentor pollen):指在不亲和花粉中混入的一些丧失活性但保持识别蛋白的亲和花粉,以蒙骗柱头、克服杂交不亲和性,从而达到受精的目的。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. SDP:短日植物
2. LDP:长日植物
3. HPGMR:湖北光敏感核不育水稻
4. LSDP:长短日植物
5. SLDP:短长日植物
6. IDP:中日性植物
7. DNP:日中性植物
8. SI:自交不亲和性

三、填空题

1. 花或花序
2. 花芽分化
3. 增高

4. 韧皮部
5. 幼年期
6. 加斯纳(Gassner) 李森科(Lysenko)
7. 冬性、半冬性 春性品种
8. 低 长
9. 1~7℃ 增加
10. 充足的氧气 适量的水分 作为呼吸底物的糖分
11. 加纳(Garner) 阿拉德(Allard)
12. 短日植物 长日植物 日中性植物
13. 叶片 茎尖端生长点
14. 短日照 延长光照或暗期间断
15. 变长 早熟品种 变短 晚熟品种
16. 雌 雄 雌 雄
17. 可 败
18. 合子 胚乳
19. 雄 雌
20. 雄 雌
21. 雄 雌
22. 淀粉 蔗糖 脯氨酸
23. 外壁中的糖蛋白 亲水性蛋白质薄膜
24. 钙
25. 硼
26. 柱头表面 花柱中
27. 干燥 低温 低氧分压
28. 蛋白质膜 识别
29. 生长素
30. 乙烯

四、选择题(单选或多选)

1. A 2. C 3. D 4. A 5. C、D 6. B 7. B 8. B、C、D 9. A、B、D 10. A 11. B
12. A、C、D 13. B 14. C 15. A、B 16. B 17. B 18. D 19. A 20. A 21. A
22. B 23. A、C 24. D 25. B、C、D 26. C 27. C 28. B、C、D 29. D 30. A
31. A、B、D 32. C 33. A、B、C

五、是非判断题

1. (√) 2. (×) 3. (×) 4. (√) 5. (×) 6. (√) 7. (×) 8. (×)
9. (×) 10. (√) 11. (×) 12. (√) 13. (×) 14. (√) 15. (√) 16. (√)
17. (×) 18. (√) 19. (√) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (√) 24. (×)
25. (×) 26. (√) 27. (×) 28. (√) 29. (√) 30. (×) 31. (√) 32. (×)
33. (√) 34. (×) 35. (√) 36. (√) 37. (×)

六、问答题

1. 答:成花诱导存在以下4条主要途径。

(1) 光周期途径(photoperiodic pathway) 光敏色素和隐花色素参与了该途径,不同光受体之间相互作用通过生理钟促进 *CONSTANS* 基因(*CO*)的表达,编码一个具有锌指结构的转录因子,再通过诱导其他基因的表达而启动成花过程。

(2) 自主/春化途径 达到一定生理年龄的植株即可开花,称之为自主途径。在自主/春化途径中,都是通过控制成花抑制基因 *FLOWERING LOCUS C* (*FLC*)的表达而诱导成花的,可能其作用的机制不同。

(3) 糖类(或蔗糖)途径 植物体内的代谢状态(如蔗糖水平)可影响成花。

(4) 赤霉素途径 赤霉素促进拟南芥提前开花,以及在非诱导条件下开花。但目前尚不清楚糖类和赤霉素是通过影响哪些基因的表达而促进成花的。

上述4种途径的信号同时表达时,成花效应最强。

2. 答:春化作用过程中的生理生化变化如下。

需要春化的植物在低温诱导下,发生了一系列的生理生化变化。研究认为,冬小麦在春化过程前期是糖类的氧化降解和能量代谢的旺盛时期;中期是核酸代谢作用的关键时期;中后期是蛋白质起主导作用的时期。在春化进程中,体内的核酸(特别是RNA)的增加,其次是可溶性蛋白及游离氨基酸含量增加,其中脯氨酸增加较多。在植物激素方面,在经过春化处理后,体内赤霉素有明显的增加。以上说明春化作用是多种代谢作用有序作用的结果,并且是由多种基因所调控的。

3. 答:赤霉素与春化作用的关系如下。

许多植物经低温处理后,体内赤霉素含量增加;用赤霉素生物合成抑制剂处理会抑制春化作用。许多需春化的植物,如二年生天仙子、白菜、甜菜和胡萝卜等不经低温处理就只长成莲座状的叶丛,而不能抽薹开花,但使用赤霉素却可使这些植物不经低温处理就能开花,这些都表明赤霉素与春化作用有关,可以部分代替低温的作用。但赤霉素并不能诱导所有需春化的植物开花。植物对赤霉素的反应也不同于低温,被低温诱导的植物抽薹时就出现花芽,而对赤霉素起反应的莲座状植物,茎先伸长形成营养枝,花芽以后才出现。

4. 答:春化作用在农业生产实践中的应用价值如下。

(1) 人工春化,加速成花 如将萌动的冬小麦种子闷在罐中,放在0~5℃低温下40~50天,可用于春天补种冬小麦;在育种工作中利用春化处理,可以在一年中培育3~4代冬性作物,加速育种进程;春小麦经低温处理后,可早熟5~10天,既可避免不良的气候(如干热风)的影响,又有利于后季作物的生长。

(2) 指导引种 引种时应注意原产地所处的纬度,了解品种对低温的要求。若将北方的品种引种到南方,就可能因当地温度较高而不能顺利通过春化阶段,使植物只进行营养生长而不开花结实,造成不可弥补的损失。

(3) 控制花期 如低温处理可以使秋播的一、二年生草本花卉改为春播,当年开花;对以营养器官为收获对象的植物,可贮藏在高温下使其不通过春化(如当归),或在春季种植前用高温处理以解除春化(如洋葱),可抑制开花,延长营养生长,从而增加产量和提高品质。

5. 答:植物的成花包括3个阶段。

(1) 成花诱导 经某种环境信号刺激诱导,植物改变发育进程,从营养生长向生殖生长转变。

(2) 成花启动 分生组织经一系列变化分化成形态上可辨认的花原基,亦称之为花的发端。

(3) 花的发育 即花器官的形成和生长。

6. 答:植物感受低温的部位是茎尖生长点,这可以通过如下的实验证实。如栽培于温室内的芹菜,必须得到花芽分化所需的低温,才能开花结实。如果用胶管把芹菜茎尖缠绕起来,通入4℃冷水,使茎的生长点得到低温,温室内中栽培的芹菜就能在长日下开花;反之,如果将芹菜植株置于低温条件下,向缠绕茎尖的胶管通入温水,芹菜则不能开花。上述结果能证明植物感受低温的部位是茎尖生长点(或其他能进行细胞分裂的组织)。

7. 答:确定植物的光周期反应类型的方法是:将植物分别置于不同的光周期条件下,其他条件控制在相同的适宜范围内,观察它的开花反应。若日照时数只有在短于一定时数才能开花,表明此种植物为短日植物;若日照时数只有在长于一定时数才能开花,则为长日植物;如在不同的日照时数下均能开花的,则为日中性植物。或将新植物种分别置于一定的光周期条件下,在暗期中间给予短暂的光照处理,抑制开花的是短日植物,促进开花的是长日植物,对暗期照光不敏感的为日中性植物。

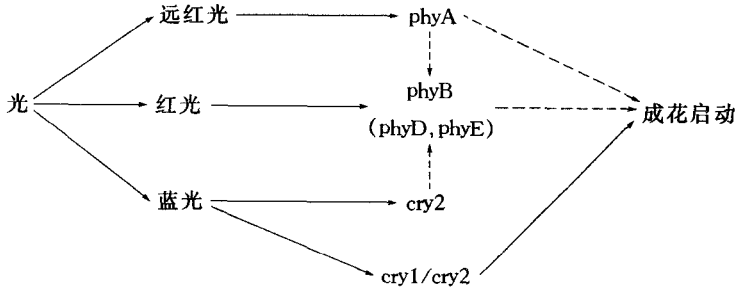
8. 答:根据植物开花对光周期的反应,将植物分为3种主要的光周期类型。

(1) 长日植物 在昼夜周期中日照长度长于某临界值时数才能成花的植物。如冬小麦、黑麦、油菜、天仙子等。

(2) 短日植物 在昼夜周期中日照长度短于某临界值时数才能成花的植物。如大豆、苍耳、菊花、晚稻、美洲烟草等。

(3) 日中性植物 只要其他条件满足,在任何长度的日照下都能成花的植物。如月季、黄瓜、番茄、四季豆、向日葵等。

9. 答:光受体在光周期诱导植物成花反应中有重要功能。已有的研究结果表明,在光周期诱导植物的成花反应中至少有光敏色素和蓝光受体两类光受体的参与。两种类型的光敏色素,即一种是存在于黄化苗中对光不稳定的类型Ⅰ光敏色素(PhyⅠ),由 *PHYA* 编码;另外一种是首先从绿苗中发现的对光相对稳定的类型Ⅱ光敏色素(PhyⅡ),由 *PHYB*、*PHYC*、*PHYD* 和 *PHYE* 共同编码,PhyⅡ同样存在于黄化苗中。受远红光调节的 *PHYA* 基因和受红光调节的 *PHYB* 的表达产物可单独抑制植物成花,同时 *PHYA* 还通过影响 *PHYB* 的表达而抑制成花反应。此外,蓝光受体(由 *cry1* 和 *cry2* 编码)在光周期诱导植物的成花反应中具有促进作用,并且 *cry2* 基因的功能不仅依赖于蓝光,而且也依赖于红光,即 *cry2* 基因可通过调节 *PHYB* 的表达而抑制成花反应。两类光受体在成花反应中的功能和相互关系可简单图示如下:



(图中箭头示信号转导途径,其中实线箭头表示促进作用,虚线箭头表示抑制作用)

10. 答:光周期反应类型与植物原产地有着密切关系。一般起源于低纬度地区的植物多属于短日植物,因为这些地区终年的日照长度都接近 12 h,没有更长的日照条件;起源于高纬度地区的植物多属于长日植物,因为这些地区适于植物生长的季节正好处于较长日照的时期;中纬度地区则长日植物短日植物都有,长日植物在日照较长的春末或夏初开花,如小麦、油菜等;而短日植物在日照较短的秋季开花,如晚稻、大豆、菊花等。

11. 答:ABCDE 模型是 Theissen G. (2001)提出的,阐述了花器官的发育是受众多基因共同控制的,是对经典的 ABC 模型的完善和修正。其主要内容如下:花器官的发育是分轮次进行的,即萼片、花瓣、雄蕊、雌蕊、心皮和胚珠的发育是由 A、B、C、D、E 组基因共同表达的结果。萼片的发育受 A 组基因的控制;花瓣的发育受 B - 、A - 、E - 组基因的共同控制;雄蕊受 B - 、C - 、E - 组基因的共同控制;雌蕊组织——心皮和胚珠的发育分别受 C - 、E - 组基因和 D - 、E - 组基因的控制。在花器官发育过程中,任何一组基因的突变会导致花的某些重要器官被其他器官取代的突变类型,如花瓣被花萼取代、雌蕊被雄蕊取代等,因此,参与花发育的基因被称为同源异型基因。

12. 答:花粉管为什么能向着胚囊定向生长,一般认为是由于花粉管的向化性运动所引起的。生长的花粉管从顶端到基部存在着由高到低的 Ca^{2+} 浓度梯度。这种 Ca^{2+} 梯度的存在有利于控制高尔基体小泡的定向分泌、运转与融合,从而使合成花粉管壁和质膜的物质源源不断地运到花粉管顶端,以保持顶端的极性生长。

雌性生殖单位中的助细胞与花粉管的定向生长也有关系。棉花的花粉管在雌蕊中生长时,花粉管中的信号物质如赤霉素会引起一个助细胞的首先解体,并释放出大量的 Ca^{2+},造成花柱与珠孔间的 Ca^{2+} 梯度,而 Ca^{2+} 则被认为是一种向化性物质,因此,花粉管会朝 Ca^{2+} 浓度高的方向生长,最后穿过珠孔,进入胚囊。此外,花粉管可能还有向电性生长。

13. 答:克服自交和远缘杂交不亲和的途径可从遗传和生理两个方面考虑。

(1) 遗传上克服不亲和的方法　① 选择亲和或不亲和性弱的品种进行种间杂交。② 增加染色体倍数。③ 采用细胞融合法,导入亲和基因。

(2) 生理上克服不亲和的方法　① 避开雌蕊中的识别物质的产生时期:如蕾期授粉法和延期授粉法等。② 破坏识别物质或抑制识别反应:如高温处理、花粉蒙导法、辐射诱变、电击、激素或抑制剂等试剂处理、重复授粉等以打破不亲和。③ 去除识别反应的组织:如胚和胚珠培养、子房培养、切除花柱授粉法、试管授精法、细胞融合或 DNA 导入技术等。

14. 答:植物受精后,雌蕊的代谢变化主要表现如下。

(1) 受精后雌蕊组织的呼吸速率明显增加,吸收水分和无机盐的能力增强,蛋白质合成加快。

(2) 生长素含量显著增加,这是因为花粉中含有使色氨酸转变成吲哚乙酸的酶体系,花粉管在伸长过程中,能将这些酶分泌到雌蕊组织中去,因此,会引起花柱和子房形成大量生长素;细胞分裂素含量也有明显增加。

(3) 营养物质向雌蕊的输送增强,子房迅速膨大、发育成果实。

15. 授粉后雌蕊中的生长素主要不是花粉带进去的,而是因为花粉中含有使色氨酸转变成吲哚乙酸的酶体系,花粉管在伸长过程中,能将这些酶分泌到雌蕊组织中去,因此会引起花柱和子房形成大量生长素。

七、论述题

1. 答:植物的性别分化的特点及其研究的实际意义如下。

(1) 与高等动物相比,植物的性别分化的主要特点为:① 雌雄性别间的差别主要表现在花器官形态以及生理特性上,一般无明显第二性征。② 性别分化表现出多种形式,主要类型有雌雄同株同花型,雌雄同株异花型、雌雄异株型、雌花两性花同株型、雌花两性花异株型、雄花两性花同株型、雄花两性花异株型等。③ 一般在个体发育后期才能完成性别表达,其性别分化极易受环境因素和化学物质的影响。

(2) 研究植物的性别分化,不仅理论上有意义,也有实际意义。不少有经济价值的植物都存在性别差异问题,如银杏、千年桐、杜仲、番木瓜、大麻等,都是雌雄异株型植物,而雄株和雌株的经济价值不同,如以收获果实或种子为栽培目的的,需要培育雌株;而以纤维为收获对象的大麻,则其雄株的纤维拉力较强,需要培育雄株。对于雌雄同株异花型的瓜类,生产上往往希望提早分化雌花并增加雌花的数量,以获取更大的经济效益。因此,如何在早期鉴别植物尤其那些雌雄异株的木本植物的性别、如何调节雌雄花的分化等是生产中迫切需要解决的实际问题,受到人们的重视和关注。

2. 答:影响花粉生活力的外界条件主要有:

(1) 湿度　在相对比较干燥的环境下,花粉代谢强度减弱、呼吸作用降低,有利于较长时间保持活力。对大多数花粉来说,相对湿度 20% ~50% 比较适宜贮藏。

(2) 温度　适当低温延长花粉寿命,主要是降低代谢强度,减少贮藏物质消耗。一般适宜贮藏花粉的温度为 1 ~5℃。

(3) CO_2和 O_2相对浓度　增加贮藏容器中的 CO_2含量,降低氧分压可延长花粉寿命。

(4) 光线　一般遮光或黑暗有利于花粉保存,光下特别在直射光下花粉寿命显著缩短。

总之,一般来说干燥、低温、高二氧化碳、低氧和避光有利于保持花粉生活力。

3. 答:花粉和柱头之间相互识别的机制如下。

花粉的识别物质是外壁蛋白中的糖蛋白,它在花粉湿润后几秒钟内就迅速释放出来。而雌蕊的识别物质是柱头表面的亲水性蛋白质薄膜,它具有黏性,易于捕捉花粉。

当亲和花粉落到柱头上时,花粉就释放出外壁蛋白并扩散入柱头表面,与柱头表面蛋白质膜相互作用,认可后花粉管伸长并穿过柱头,沿花柱引导组织生长并进入胚囊受精。如果是不亲和的花粉则不能萌发,或花粉管生长受阻,或柱头乳突细胞产生胼胝质阻碍花粉管穿过柱头。

4. 答:影响高等植物受精的因素主要有:

(1) 花粉的活力　刚从花药中散发出来的成熟花粉活力最强,最容易受精。随着时间延长花粉活力降低。

(2) 柱头的活力　柱头的生活能力一般能持续一个星期,如水稻柱头的生活能力一般能持续 6 ~7 天,但以开花当天授粉最适宜。

(3) 花粉和柱头之间的相互识别　花粉落到柱头上后能否萌发,花粉管能否正常生长进入胚囊受精,还取决于花粉与雌蕊的亲和性和识别反应。如果不亲和,花粉则不能萌发和生长,因而不能完成受精作用。

(4) 环境条件　① 温度:　温度过低会影响花药开裂,也影响花粉的萌发和花粉管的生长。温度过高花柱易干枯,花粉易失活。② 湿度:花粉萌发需要一定的湿度,空气湿度太低会影响花粉生活力和花丝的生长,并使花柱干枯,但湿度太大时花粉会因过度吸水而破裂。③ 其他如土壤水肥条件(如缺 B 影响花粉的萌发)、株间的通风(无风或大风都影响风媒花的授粉)、昆虫数

量(影响虫媒花的授粉)、透光等情况因影响雌雄蕊的发育从而也影响受精。

5. 答:暗期和光期在植物的成花诱导中的作用可以用以下实验加以说明。

对植物进行不同时间长度的光暗处理,可以发现:① 短日植物需暗期长于一定时数才能开花,如在24 h的光暗周期中,短日植物苍耳需暗期长于8.5 h才能开花,如果处于16 h光照和8 h暗期就不能开花;② 用短时间的黑暗间断光期,并不影响光周期对成花的诱导效应;③ 用闪光处理中断暗期,则使短日植物不能开花,相反却能诱导长日植物开花。这些结果说明,在植物的光周期诱导成花过程中,暗期的长度是决定植物成花的主要因素。

暗期的长度决定植物是否发生花原基的分化,而光期长度决定了花原基的数量,如果没有光期的光合作用,那么花原基分化所需的养料也就没有了。光期的作用不仅与光合作用有关,而且对成花诱导本身也有关系。如将短日植物大豆固定在16 h暗期和不同长度光期条件下,其发育结果是:① 当光期长度小于2 h时,植株不能开花;② 在2~10 h的范围内,开花数随光期长度的增加而增加;③ 当光期长度大于10 h后,开花数反而下降。以上表明,只有在适当的光暗交替条件下,植物才能正常开花。

6. 答:植物性别分化的调控因素如下。

(1) 遗传控制 植物性别表现类型的多样性有其不同的遗传基础。

(2) 年龄 雌雄同株异花的植物的性别分化随年龄而发生变化。通常是先出现雄花,然后是两性花和雄花混合出现,最后才出现雌花。

(3) 环境条件 主要包括光周期、温周期和营养条件等。

经过适宜光周期诱导的植物才能开花,但雌雄花的比例却受诱导之后的光周期影响,如果植物继续处于适宜的光周期下,可促进多开雌花,否则,多开雄花。较低的夜温与较大的昼夜温差对许多植物的雌花发育有利。一般水分充足,氮肥较多时促进雌花分化,而土壤较干旱、氮肥较少时则雄花分化较多。另外,烟熏、损伤也可促进瓜类等雌花分化。

(4) 植物激素 不同性别植株或性器官的植物激素含量有所不同。外施植物生长物质也影响植物的性别表现。如,IAA和乙烯增加雌株和雌花;CTK有利于雌花形成,GA增加雄株和雄花;三碘苯甲酸和马来酰肼抑制雌花,而矮壮素抑制雄花形成。

7. 答:影响植物花器官形成的条件有:

1) 内因

(1) 营养状况 营养是花芽分化以及花器官形成与生长的物质基础。其中的糖类对花的形成尤为重要,C/N过小,营养生长过旺,影响花芽分化。

(2) 内源激素 花芽分化受内源激素的调控。如GA可抑制多种果树的花芽分化;CTK、ABA和乙烯则促进果树的花芽分化;IAA在低浓度起促进作用而高浓度起抑制作用。

2) 外因

(1) 光照 光照对花器官形成有促进作用。在植物花芽分化期间,若光照充足,有机物合成多,则有利于花芽分化。此外,光周期还影响植物的育性,如湖北光敏感核不育水稻,在短日下可育,在长日下不育。

(2) 温度 一般植物在一定的温度范围内,随温度升高而花芽分化加快。温度主要影响光合作用、呼吸作用和物质的转化及运输等过程,从而间接地影响花芽的分化。低温还影响减数分裂期花粉母细胞的发育,使其不能正常分裂。

(3) 水分 不同植物的花芽分化对水分的需求不同,如对稻麦等作物来说,孕穗期对缺水敏感,此时缺水影响幼穗分化;而对果树而言,夏季的适度干旱可提高果树的 C/N 比,反而有利于花芽分化。

(4) 矿质营养 缺氮,花器官分化慢且花的数量减少;氮过多,营养生长过旺,花的分化推迟,发育不良。在适宜的氮肥条件下,如能配合施用磷、钾肥,并注意补充锰、钼、硼等微量元素,则有利于花芽分化。

8. 答:植物光周期理论在农业生产实践中可以应用在以下几个方面。

(1) 指导引种 不同纬度地区引种时要考虑品种的光周期特性和引种地区生长季节的日照条件,对以收获种子为主的作物,若是短日植物,比如大豆,从北方引种到南方,会提前开花,应选择晚熟品种;而从南方引种到北方,则应选择早熟品种。如将长日植物从北方引种到南方,会延迟开花,宜选择早熟品种;而从南方引种到北方时,应选择晚熟品种。

(2) 育种上的应用 根据作物光周期特性,利用中国气候多样的特点,可进行作物的南繁北育:短日植物水稻和玉米可在海南岛加快繁育种子;长日植物小麦夏季在黑龙江、冬季在云南种植,可以满足作物发育对光照和温度的要求,一年内可繁殖 2 ~ 3 代,加速了育种进程,缩短育种年限。具有优良性状的某些作物品种间有时花期不遇,无法进行有性杂交育种。通过人工控制光周期,可使两个亲本同时开花,便于进行杂交。如早稻和晚稻杂交育种时,可在晚稻秧苗 4 ~ 7 叶期进行遮光处理,促使其提早开花以便和早稻进行杂交授粉,培育新品种。如在进行甘薯杂交育种时,可以人为地缩短光照,使甘薯开花整齐,以便进行有性杂交,培育新品种。

(3) 控制花期 花卉栽培中,光周期的人工控制可以促进或延迟开花。如短日植物菊花,用遮光缩短光照时间的办法,可以从十月份提前至六七月间开花;若在短日来临之前,人工补充延长光照时间或进行暗期间断,则可推迟开花。对于长日性的花卉,如杜鹃、山茶花等,人工延长光照或暗期间断,可提早开花。

(4) 调节营养生长和生殖生长 对以收获营养体为主的作物,可以通过控制光周期抑制其开花。如将短日植物烟草引种至温带,可提前至春季播种,促进营养生长,提高烟叶产量。对于短日植物麻类,南种北引可推迟开花,增加植物高度,提高纤维产量和质量。

8.5 启发性思考题

设计一个实验证明光敏色素与植物开花的关系。

第9章　植物的成熟和衰老生理

9.1　学习内容要求

9.1.1　了解内容

1. 植物种子的发育和成熟生理。
2. 植物果实生长的特点。
3. 植物延存器官的休眠。

9.1.2　熟悉内容

1. 植物衰老的类型、机制、调控。
2. 植物器官脱落生理。
3. 光形态建成。
4. 植物激素信号的细胞转导途径。

9.1.3　掌握内容

1. 植物种子休眠的原因和破除。
2. 外界条件对植物衰老的影响。
3. 果实成熟时的生理生化变化。
4. 植物衰老时的生理生化变化。

9.2　学习内容提要

9.2.1　基本内容

1. 种子的发育和成熟生理

种子的发育包括种胚和胚乳的发育，在其发育过程中，除了细胞结构、形态的变化，更主要的是其内部有机物质发生了变化，从种子发育初期到成熟，由主要累积可溶性糖和可溶性氮化物等可溶的小分子化合物，转化为淀粉、脂肪、蛋白质等高分子的贮藏物质；后期种子逐渐脱水，进入生理不活跃的休眠状态。所有这些变化皆受到基因的调控，在种子发育不同时期会有不同类型的 mRNA 表达。与之同时，种子发育进程、状态和品质的形成，会受光照、温度、水分、昼夜温差和矿质营养等外界环境条件的影响。

2. 果实的生长特点和成熟生理

果实生长呈慢—快—慢生长节奏的单“S”形生长曲线(如苹果、香蕉、番茄、梨等)或慢—快—慢—快—慢生长节奏的双“S”形生长曲线(桃、柿、李、杏等)。果实成熟过程中发生了乙烯含量增加引起的呼吸跃变、有机物质的转化和激素组分的变化等一系列生理生化变化,反之,促进或抑制这些生理生化变化,就可以调控果实成熟,典型的例子是用乙烯处理果实,可以诱导呼吸速率的升高,促进果实的成熟。果实有两种类型,即呼吸跃变型(如香蕉、苹果、番茄、桃、李等)和非呼吸跃变型(如柑橘、橙子、柚子等)。果实成熟时的主要生理生化变化:甜味增加、酸味减少、涩味消失、香味产生、果实变软、果色鲜艳。

3. 植物的休眠生理

植物的休眠是指植物生长极为缓慢或者暂时停顿的一种现象,是植物抵抗和适应不良环境的一种保护性的生物学特征。

具有不透水不透气坚厚种皮的种子、形态上发育完全而生理上未成熟的种子、胚未完全发育的种子及果肉、种皮或子叶中存在有抑制萌发物质(脱落酸、水杨酸、氰酸、酚类物质等)的种子,在成熟后即使给予适宜的外界环境条件也不能萌发,仍处于休眠状态。在生产上一般采用机械破损或浓硫酸腐蚀种皮、低温层积处理、晒种、湿土贮藏、流水冲洗、赤霉素处理等手段破除休眠,提高发芽率。用萘乙酸甲酯处理马铃薯块茎和洋葱、大蒜等鳞茎延存器官可以延长休眠,安全贮藏。

4. 植物的衰老生理

植物衰老与老化是两种不同性质的生理过程。处于生命周期最后阶段的细胞、组织、器官或整个植株,自然地终止其生命过程,即发生衰老。叶片衰老过程中的生理生化变化主要表现在:生长速率下降;叶绿素含量下降,叶绿素 a/b 比值降低,光合功能减弱;蛋白质水解加快、合成减慢、蛋白质含量降低;核酸含量下降;内源激素组分发生明显变化,促进生长的植物激素减少,促进衰老和脱落的乙烯和脱落酸含量增加。细胞衰老的明显特征表现在:生活原生质体所占比例减少,液泡增大,膜脂的脂肪酸饱和度增加,内膜系统破坏,能量转化效率降低,水解酶活性增强。

引起植物衰老的内在因素可能在于:程序性细胞死亡(PCD)、DNA 损伤、自由基损伤、与衰老有关的激素水平的增加等。而温度、光照、气体(O_2,O_3和 CO_2)浓度、水分和矿质营养等则是影响植物衰老的环境因素。

小麦淀粉胚乳细胞的 PCD 是一种特殊形式的 PCD。小麦淀粉胚乳的 DNA 在发育的特定阶段呈现梯状电泳条带,用乙烯处理使 DNA 片段化发生的时间提前,而用 ABA 处理虽然不能推迟 DNA 片段化的发生时间,但能减弱 DNA 片段化的程度。小麦淀粉胚乳细胞在 PCD 过程中出现某些动植物细胞凋亡的共同的结构变化特征,但也有一些独特的结构变化。如染色质凝聚后仅少数染色质块发生趋边化;细胞核在 PCD 过程中最先开始衰退,细胞核解体时胞质中有丰富的细胞器,细胞核解体后细胞并未死亡,在胞质中仍在合成和积累淀粉和储藏蛋白,直到细胞被淀粉充满,细胞才死亡;不形成凋亡小体,死亡的淀粉胚乳细胞成为营养物质的储藏库。植物衰老机制的假说有 DNA 损伤假说,自由基损伤假说,植物激素调节假说,程序性细胞死亡理论。程序性细胞死亡是植物体内存在的由特定基因控制的细胞衰老过程。它以 DNA 降解为特征,是一种主动的细胞衰亡现象,如导管的形成。

5. 器官脱落生理

脱落是指植物器官自然离开母体的现象。它是植物适应环境、自我调控的结果之一。一方

面，脱落会给生产带来损失，应及时采取措施避免脱落过多。另一方面，干旱、雨涝、矿质营养亏缺引起的落花落果，可以淘汰掉发育不良的果实，保证留存果实的营养供给，是保持种的延续和种子质量的一种手段；干旱引起的落叶，可减少蒸腾，增强抗旱能力；短日照和低温引起的落叶，可诱导休眠芽的形成，度过寒冷的冬天。器官脱落与离层两侧的生长素含量梯度有关。它还受外界环境条件的影响，光照不足、温度过高、干旱或渍水、矿质营养亏缺等，是诱发器官脱落的重要原因。相反，充足的光照、适宜的温度、足够的水分、丰富的矿质营养以及良好的通风透光条件，则可减少脱落，增加结果率。

9.2.2 重点内容

1. 种子成熟过程中的生理生化变化及外界条件的影响。
2. 果实成熟过程中的特点与生理生化变化。
3. 种子休眠生理及调节。
4. 植物衰老生理生化变化及内外因素的影响。
5. 植物器官脱落与植物激素。

9.3 自测试题

一、名词解释

1. 酸价　　2. 碘价
3. 刺激性单性结实　　4. 假单性结实
5. 脱涩　　6. 休眠
7. 强迫休眠　　8. 生理性休眠
9. 硬实　　10. 后熟
11. 层积处理　　12. 呼吸蜂
13. 跃变型果实　　14. 非跃变型果实
15. 反义转基因果实　　16. 非丁
17. 衰老　　18. 老化
19. 脱落　　20. 离区与离层
21. 自由基　　22. 程序性细胞死亡
23. 单性结实　　24. 天然单性结实

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. POD　　2. CAT
3. SOD　　4. LOX
5. ROO·　　6. O_2^-
7. ·OH　　8. *SAGs*
9. *SSGs*　　10. GPX
11. PG　　12. MDA

13. LEA

三、填空题

1. 一年生植物伴随其种子和果实的形成,趋于_____,有的器官还会发生_____。多数植物的种子在成熟后进入_____状态。

2. 在胚成熟后期,RNA、蛋白质等有机物质_____结束,种子失去95%以上的_____,_____含量增加,胚进入_____。

3. 一些mRNA既在胚发育的不同阶段中表达,又在幼苗发育多个阶段表达,被称之为_____。

4. 种子成熟过程中,脂肪是由_____转化来的。

5. 小麦籽粒成熟中,温度过高呼吸消耗大,则籽粒_____。

6. 小麦籽粒成熟期ABA的含量_____,而IAA、GA则_____。

7. 南方小麦的蛋白质含量比北方的_____。南方油料种子的含油量比北方的_____。

8. 苹果、梨子、茄子等的果实的生长曲线呈_____。

9. 桃、杏、梨、樱桃等的果实,其生长曲线呈_____。

10. 果实成熟后变甜是由于_____的缘故。

11. 用_____破除马铃薯休眠是当前有效的方法。

12. 叶片衰老时,蛋白质含量下降的原因有两种可能:一是蛋白质_____;二是蛋白质_____。

13. 叶片衰老过程中,光合作用和呼吸作用都_____。

14. 细胞分裂素可以延缓叶片衰老的原因主要是_____和_____。

15. ABA和Eth对衰老有明显的_____作用。

16. 种子成熟时,累积的磷化合物主要是_____。

17. 油料种子成熟时,油脂的形成有两个特点:_____;_____。

18. 小麦种子成熟过程中,植物激素最高含量出现顺序是:_____、_____、_____、_____。

19. 油料种子成熟过程中,其碘价_____,而酸价是_____。

20. 种子成熟时最理想的温度条件是_____。

21. 一般将植物衰老分为四个类型:_____、_____、_____和_____。

22. 整株植物最先衰老的器官是_____和_____。

23. 一般而言,光可以_____衰老,而暗中会_____衰老。

24. 果实成熟时酸味的减少是因为_____、_____、_____。

25. 在未成熟的柿子中,涩味是由于果实细胞的液泡内存在有_____的缘故。

26. 叶片和花、果的脱落都是由于_____细胞分离的结果。

四、选择题(单选和多选)

1. 小麦种子成熟时,胚乳中的蔗糖与还原糖的含量会(　　)。

A. 迅速增加　　B. 迅速减少　　C. 变化很小　　D. 不发生变化

2. 淀粉种子成熟脱水时,形成的非丁中含有的无机元素和离子包括(　　)。

A. Ca　　B. K　　C. Mg　　D. Pi离子

3. 水稻成熟时以非丁的形式贮存于糊粉层的磷约占(　　)。

A. 50%　　B. 60%　　C. 80%　　D. 90%

4. 在豌豆种子成熟过程中,种子最先积累的是(　　)。

A. 以蔗糖为主的糖分　B. 蛋白质　　C. 脂肪　　D. 含氮化合物

5. 油料种子发育过程中,最先累积的储藏物质是(　　)。

A. 氨基酸　　B. 油脂　　C. 脂肪酸　　D. 淀粉

6. 种子成熟时最理想的温度条件是(　　)。

A. 昼夜高温　　B. 昼夜低温　　C. 昼夜温差较大　　D. 恒温

7. 我国北方大豆种子成熟时温度低,种子含油量(　　)。

A. 低　　B. 中等　　C. 高　　D. 较低

8. 叶片衰老时,(　　)。

A. RNA 含量上升　　B. 蛋白质合成能力减弱

C. 光合速率下降　　D. 呼吸速率下降

9. 在生产上,可以用作诱导果实单性结实的植物生长物质有(　　)。

A. 赤霉素类　　B. 乙烯利　　C. 细胞分裂素类　　D. 生长素类

10. 在果实呼吸跃变正要开始之前,果实内含量明显升高的植物激素是(　　)。

A. 生长素　　B. 乙烯　　C. 赤霉素　　D. 脱落酸

11. 下列果实中,不发生呼吸跃变现象的果实有(　　)。

A. 橙子　　B. 香蕉　　C. 柚子　　D. 柑橘

12. 植物休眠延存器官有(　　)。

A. 果实　　B. 块根　　C. 鳞茎　　D. 块茎

13. 在生产上要破除马铃薯块茎休眠最有效的方法是使用(　　)。

A. 萘乙酸　　B. 脱落酸　　C. 赤霉素　　D. 乙烯利

14. 叶片衰老时,植物体内发生一系列生理生化变化,其中蛋白质和 RNA 含量(　　)。

A. 蛋白质下降,RNA 升高　　B. 蛋白质升高,RNA 下降

C. 显著上升　　D. 显著下降

15. 在下列多种酶中,与植物器官脱落有密切关系的酶是(　　)。

A. 肽酶和蛋白酶　　B. 纤维素酶和果胶酶

C. 转化酶和淀粉酶　　D. IAA 氧化酶和 ATP 酶

16. 脱落酸对衰老有明显的促进作用,这是因为脱落酸可(　　)。

A. 抑制核酸和蛋白质的合成　　B. 加速核酸和蛋白质的降解

C. 抑制细胞伸长　　D. 促使气孔关闭

五、是非判断题

1. 从细胞结构来看,从卵受精形成的合子表现出明显的极性。(　　)

2. 在小麦、水稻等作物的种胚中尚未发现“长命”mRNA。(　　)

3. 北方地区生长的小麦种子,其蛋白质含量较南方小麦种子低。(　　)

4. 对淀粉种子来说,磷钾肥可提高蛋白质含量,氮肥可增加淀粉含量。(　　)

5. 在淀粉种子成熟过程中,可溶性糖不断减少的。(　　)

6. 随着小麦籽粒成熟度的提高,非蛋白态氮不断增加。( )
7. 苹果成熟时,生长素逐渐增加,乙烯的含量逐渐降低。( )
8. 银杏、人参的果实或种子已完全成熟,但不能萌发,这是因为胚的发育尚未完成之故。( )
9. 小麦种子成熟时,胚乳中的蔗糖与还原糖的含量迅速增加。( )
10. 适当降低温度和氧的浓度可以延迟呼吸跃变的出现。( )
11. 未成熟果实有酸味,是因为果肉中含有很多抗坏血酸的缘故。( )
12. 叶片衰老时,RNA 含量下降,DNA 也下降,但 RNA 下降速度比 DNA 缓慢。( )
13. 柑橘成熟时产生特殊的香味,这是因为果实内形成了柠檬醛的缘故。( )
14. 在叶片衰老过程中,线粒体的结构能保持到衰老后期。( )
15. 低浓度的 IAA 可延缓植物衰老,高浓度的 IAA 会促进植物衰老。( )
16. Ca^{2+} 处理果实有稳定膜的作用,可增加乙烯的释放,促进果实成熟。( )
17. 低浓度的生长素抑制器官脱落,而较高浓度的生长素则促进器官脱落。( )

六、简答题

1. 果实成熟时酸味为什么会减少?
2. 油料种子在成熟过程中,其脂肪代谢具有哪些特点?
3. 为什么北方小麦比南方小麦的蛋白质含量高?
4. 温度和干热风对种子品质有什么影响?
5. 跃变型果实与非跃变型果实有哪些区别?
6. 试述有关植物衰老机制的自由基伤害假说的基本内容。
7. 试述乙烯与果实成熟的关系及其作用机制。
8. 试述器官脱落过程的解剖学特点及主要生理生化变化。
9. 植物激素对植物器官脱落有何影响?
10. 器官脱落有哪些类型?器官脱落有什么生物学意义?

七、论述题

1. 外界条件对种子成熟过程有何影响?
2. 淀粉种子成熟时,主要发生哪些生理生化变化?
3. 肉质果实成熟时,有哪些生理生化变化?
4. 植物衰老过程中发生哪些生理生化的变化?
5. 试述种子休眠的原因和破除休眠的方法。
6. 外界条件对植物器官脱落有什么影响?
7. 调节控制植物衰老的途径和措施有哪些?
8. 调节控制植物器官脱落的途径和措施有哪些?

9.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 酸价(acid valence):中和 1 g 油脂中游离脂肪酸所需 KOH 的毫克数。

2. 碘价(iodine valence):100 克油脂所能吸收碘的克数。

3. 刺激性单性结实(irritative parthenocarpy):在外界环境条件的刺激下而引起的单性结实,称为刺激性单性结实。

4. 假单性结实(pseudo - parthenocarpy):有些植物授粉受精后由于某种原因而使胚败育,但子房和花托继续发育成无籽果实,称为假单性结实。

5. 脱涩(remoral of astringency):柿子等果实完全成熟后或用温水、乙醇、石灰水等处理未成熟的柿子、果实内的单宁转变为不溶性单宁或过氧化物,其涩味消失的过程。

6. 休眠(dormancy):休眠是指植物生长极为缓慢或暂时停顿的一种现象。它是植物抵抗和适应不良环境的一种保护性的生物学特性。

7. 强迫休眠(forced dormancy):由于环境条件不适宜而引起的休眠称为强迫休眠。

8. 生理性休眠(physiological dormancy):在适宜的环境条件下,因为植物本身的原因引起的休眠称为生理性休眠或深沉休眠,如刚收获的小麦种子的休眠。

9. 硬实(hard seed):有些豆科植物种子的种皮厚而坚实,不透水、不透气,称为"硬实"。

10. 后熟(after - ripening):是指成熟种子离开母体后,需要经过一系列的生理生化变化后才能完成生理成熟,而具备发芽的能力。

11. 层积处理(stratification):解除种子休眠的方法,即将种子埋于湿沙中置于 5℃左右环境中 1 ~3 个月的处理,可使一些木本植物种子中抑制发芽的物质含量下降,而促进发芽的 GA 和 CTK 等物质含量升高,萌发率提高,并有促进胚后熟的作用。

12. 呼吸峰(respiratory climacteric):在果实成熟之前,呼吸速率达到最高峰,称为呼吸峰。

13. 跃变型果实(climacteric fruits):指在成熟期出现呼吸跃变现象的果实。如:香蕉、苹果等。

14. 非跃变型果实(nonclimacteric fruits):指在成熟期不出现呼吸跃变现象的果实。如:柑橘、柠檬等。

15. 反义转基因果实(antisense transgenic fruits):用反义 RNA 技术将 ACC 合成酶或 ACC 氧化酶 cDNA 的反义系统导入番茄而获得的耐贮藏的转基因果实。

16. 非丁(phytin):在成熟种子中,植酸与 Ca、Mg 等结合形成植酸钙镁盐,称为非丁。

17. 衰老(senescence):衰老是植物生命周期的最后阶段,是成熟的细胞、组织、器官和整个植株自然地终止生命活动的一系列机能衰败过程。

18. 老化(aging):老化是指有机体发育过程中,在结构和生理功能方面出现进行性的衰退变化,其特点是机体对环境的适应能力逐渐减弱,但不立即死亡。

19. 脱落(abscission):脱落是指植物细胞、组织或器官(如叶片、花、果实、种子或枝条等)自然离开母体的现象。

20. 离区(abscission zone)与离层(abscission layer):离区指的是分布在叶柄、花柄、果柄等基部一段区域中经横向分裂而形成的几层细胞。离层是离区中发生脱落的部位。

21. 自由基(free radical):带有未配对电子的离子、原子、分子以及基团的总称。根据自由基中是否含有氧,可将自由基分为氧自由基和非氧自由基。

22. 程序性细胞死亡(programmed cell death,PCD):生物体有计划有步骤主动地使一些不再需要的或已经不能再行使正常功能的细胞死亡,是活细胞走向死细胞的一种自杀过程。

23. 单性结实(parthenocarpy):有些植物的胚珠不经受精,子房仍然能继续发育成为没有种子的果实,称为单性结实。

24. 天然单性结实(natural parthenocarpy):不经授粉、受精作用或其他任何外界刺激而形成无籽果实,称为天然单性结实。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. POD:过氧化物酶
2. CAT:过氧化氢酶
3. SOD:超氧化物歧化酶
4. LOX:脂氧合酶
5. ROO·:脂质过氧化物自由基
6. O_2^-:超氧物阴离子自由基
7. ·OH:羟基自由基
8. *SAGs*:衰老相关基因
9. *SSGs*:衰老特定基因
10. GPX:谷胱甘肽过氧化物酶
11. PG:多聚半乳糖醛酸酶
12. MDA:丙二醛
13. LEA:胚胎发育晚期丰富蛋白

三、填空题

1. 衰老　脱落　休眠
2. 合成　水分　ABA　休眠
3. 长寿 mRNA
4. 糖类
5. 不饱满
6. 增加　几乎测不出活性
7. 低　低
8. 单 S 形
9. 双 S 形
10. 淀粉转变为糖
11. 赤霉素
12. 合成能力减弱　分解加快
13. 迅速下降
14. 加强 RNA 合成　提高蛋白质合成能力
15. 促进
16. 非丁(植酸钙镁)
17. ① 最初形成较多的脂肪酸,以后逐渐减少　② 先形成饱和脂肪酸,再转变成不饱和脂肪酸

18. 玉米素　赤霉素　生长素　脱落酸

19. 升高　下降

20. 昼夜温差较大

21. 整株衰老　地上部衰老　渐近衰老　落叶衰老

22. 根　叶

23. 延缓　促进

24. 一部分用于呼吸消耗　一部分被钾、钙等中和形成有机酸盐　一部分转变为糖

25. 单宁

26. 离层

四、选择题(单选和多选)

1. B　2. A、C、D　3. C　4. A、D　5. D　6. C　7. C　8. B、C、D　9. A、D　10. B

11. A、C、D　12. B、C、D　13. C　14. D　15. B　16. A、B、D

五、是非判断题

1. (√)　2. (×)　3. (×)　4. (×)　5. (√)　6. (×)　7. (×)　8. (√)

9. (×)　10. (√)　11. (×)　12. (×)　13. (√)　14. (√)　15. (√)　16. (×)

17. (×)

六、简答题

1. 答:果实中的酸味来源于有机酸。如苹果和桃的果肉细胞的液泡中积累的苹果酸。随着果实的成熟,一些有机酸转变为糖,有些则作为呼吸底物被氧化降解为 CO_2 和 H_2O,还有些被 K^+、Ca^{2+} 等离子中和生成盐,因此酸味明显减少。

2. 答:油料种子在成熟过程中,脂肪代谢有以下特点。

(1) 油料种子在成熟过程中,脂肪是由糖类转化而来的。伴随着油料种子的成熟,脂肪含量不断提高,糖类含量相应降低。

(2) 油料种子在成熟初期形成大量的游离脂肪酸,以后随着种子的成熟逐渐合成复杂的油脂。酸价逐渐降低。

(3) 种子成熟时先形成饱和脂肪酸,然后再转变成不饱和脂肪酸。碘价是逐步升高的。

3. 答:北方小麦比南方小麦的蛋白质含量高,是因为水分供应不良对淀粉合成的影响比对蛋白质的影响大。北方小麦种子成熟时,雨量及土壤水分比南方少,其根系的氧气供应充足,根系生长和生理代谢活跃;同时,雨少光照充足,叶片能保持较高的光合效率,合成的光合产物多,种子蛋白质含量就比多雨的南方小麦高。

4. 答:温度的高低对油料种子成分有很大影响。温度较低有利于油脂的形成,特别是有利于不饱和脂肪酸的形成。所以东北产的大豆比江南产的大豆的含油量高、品质好。此外,温度也影响水稻种子品质。南方早稻成熟时温度高,稻米腹白大、米质疏松品质不好。东北水稻成熟时气候凉爽,米质好。其次,小麦种子成熟时遇到干热风,气候干燥,干旱缺水,水分向籽粒运输和分配少,导致灌浆不足、过早干缩、过早成熟,籽粒瘦小,产量不高。

5. 答:跃变型果实与非跃变型果实有以下区别。

(1) 跃变型果实(如:苹果、番茄、梨、香蕉等),在成熟期出现呼吸跃变现象。而非跃变型果

实,在成熟期不发生呼吸跃变现象(如柑橘、柚子、柠檬等)。

(2) 乙烯生成的特性不同 跃变型果实中乙烯生成有两个调节系统:系统Ⅰ负责跃变前果实中低速率的基础乙烯生成;系统Ⅱ负责伴随成熟过程(跃变)乙烯自我催化大量生成。非跃变型果实乙烯生成速率相对较低,变化平稳,整个过程中只有系统Ⅰ活动,缺乏系统Ⅱ。

(3) 两类果实对乙烯反应不同 对于跃变型果实,外源乙烯只在跃变前起作用,诱导呼吸上升;同时启动系统Ⅱ,形成乙烯自我催化,促进乙烯大量增加,但不改变呼吸跃变顶峰的高度;它所引起的反应是不可逆的,而且反应的程度与所用乙烯的浓度无关。而对于非跃变型果实,外源乙烯在整个成熟期间都能起作用,促进呼吸增加,它所引起的反应是可逆的,其反应大小与所用乙烯浓度高低成比例。

6. 答:关于植物衰老机制的假说有3种:一是营养亏缺假说;二是植物激素调控理论;三是自由基伤害假说。

自由基伤害假说认为衰老过程即氧代谢失调、自由基累积的过程。研究表明,植物细胞通过多种途径产生超氧阴离子自由基、羟自由基和过氧化氢、单线态氧等活性氧。同时,植物细胞本身具有清除自由基活性氧的酶保护系统和非酶保护系统。在正常情况下,细胞自由基活性氧的产生与清除处于动态平衡状态,自由基活性氧浓度很低,不会引起伤害。但在植物衰老劣变过程中,特别是处于干旱、高盐、SO_2等逆境条件下,这种平衡遭到破坏,结果自由基活性氧的浓度超过了伤害"阈值",导致蛋白质、核酸的氧化破坏,特别是膜脂中的不饱和双链酸最易受自由基的攻击发生过氧化作用;过氧化过程产生新的自由基,会进一步促进膜脂质过氧化,膜的完整性受到破坏,最后导致植物伤害或死亡。

7. 答:乙烯与果实成熟的关系及其作用机制如下:果实的成熟是一个复杂的生理过程,果实的成熟与乙烯的诱导有关。

(1) 伴随果实成熟,乙烯产生量逐渐增加,增加到一定阈值,诱导果实成熟。

(2) 如果促进或抑制果实内乙烯的合成,也会相应地促进或延迟果实成熟。

(3) 用人为方法除去果实内部的乙烯或人工应用乙烯利,也可相应地推迟或促进果实成熟。

(4) 番茄突变体的研究也表明,突变体Rin失去了乙烯合成能力,突变体Nor乙烯生成仅为正常番茄的5%~12%,使本来为跃变型的果实变为非跃变型的果实,成熟受到阻碍。

(5) 利用反义RNA技术将ACC合成酶或ACC氧化酶的cDNA反义系统导入番茄,转基因番茄果实的乙烯合成严重受抑,不出现呼吸高峰,果实不能正常成熟。

从上可见,果实成熟与乙烯作用直接有关,尤其是跃变型果实。乙烯促进果实成熟的原因可能是:① 呼吸跃变产生的原因:呼吸跃变的产生与果实内部乙烯的大量释放有密切关系。这是因为乙烯可增加膜透性,氧气进入多,促进呼吸上升;② 乙烯还可诱导与呼吸相关酶(如抗氰氧化酶)新的mRNA的合成以及与成熟相关的酶的活性变化,如乙烯处理后,纤维素酶、过氧化物酶、苯丙氨酸解氨酶等的活性增强。

8. 答:器官脱落过程的解剖学特点及主要生理生化变化如下:植物器官在脱落之前往往先在叶柄、花柄、果柄以及某些枝条的基部有离层的产生。离层是脱落器官基部离区的一部分薄壁细胞,细胞呈圆形,体积小,排列紧密,具有浓厚的细胞质和较多的淀粉粒,核大而突出。在脱落前,离层细胞伴随较高的呼吸强度;离区的蛋白质和RNA明显增加,果胶酶和纤维素酶的合成及活性增强,细胞壁胞间胶层分解,细胞彼此离开,仅靠维管束与着生部位连接,在重力或风的作用

下，维管束易折断，于是器官脱落。

9. 答：植物器官脱落与植物激素关系密切。

（1）生长素　试验证明，叶片年龄增长，生长素含量下降，便不能阻止脱落的发生。生长素梯度学说认为，不是叶片内生长素的绝对含量，而是横过离层区两边生长素的浓度梯度影响脱落。梯度大，即远轴端生长素含量高于近轴端生长素含量，不易脱落；梯度小时，即近轴端生长素含量高于或等于远轴端的量，则促进脱落。

（2）脱落酸　幼果和幼叶的脱落酸含量低，当接近脱落时，它的含量最高。主要原因是脱落酸可促进分解细胞壁的酶的活性，抑制叶柄内生长素的传导。

（3）乙烯　棉花子叶在脱落前乙烯生成量增加一倍多，感病植株乙烯释放量增多，会促进脱落。

（4）赤霉素　促进乙烯生成，也可促进脱落。

（5）细胞分裂素抑制核酸酶的形成，可延缓衰老、抑制脱落。

10. 答：器官脱落有3种类型：一是正常脱落，由于衰老或成熟引起的脱落，比如果实和种子的成熟脱落。二是胁迫脱落，由于逆境引起的脱落。三是生理脱落，因植物自身的生理活动而引起的脱落，如营养生长与生殖生长竞争而造成的脱落。

器官脱落具有重要的生物学意义，是植物在一定环境条件下的自我调控手段。如干旱、结果太多、矿质营养亏缺等引起的落花落果，有利于淘汰掉发育不良的果实，保证留存果实的营养供给。干旱引起的落叶，可减少蒸腾，增强抗旱力。从农业生产的角度看，脱落给生产带来损失。所以，过多的脱落是要防止和避免的。

七、论述题

1. 答：种子成熟过程受到多种外界条件的影响。

（1）光照　光照强度直接影响种子内有机物质的积累。小麦抽穗后，光照强，叶片同化物多，输入到籽粒的多，产量就高。光照也影响籽粒的蛋白质含量和含油量。

（2）温度　温度过高呼吸消耗大，籽粒不饱满，温度过低不利于有机物向籽粒的运输和转化，种子瘦小，成熟延迟，产量低。昼夜温差大有利于种子成熟，产量高。

（3）土壤含水量　土壤干旱破坏了作物体内水分平衡，严重影响灌浆，导致减产。

（4）矿质营养　作物抽穗后氮肥多了会导致贪青晚熟；作物生育后期适当增加磷、钾肥可促进有机物质向籽粒的输送和转化，可以增产。

2. 答：淀粉种子成熟时，主要生理生化变化如下：小麦、水稻、玉米等禾谷类种子的贮藏物质以淀粉为主，称之为淀粉种子。小麦种子成熟时，胚乳中的蔗糖与果糖、葡萄糖的含量迅速减少，而淀粉的含量迅速增长。这表明淀粉是由糖类转化而来的。还形成了组成细胞壁的原料纤维素和半纤维素。淀粉的积累以乳熟期和糊熟期最快，干重迅速增加。种子中有机物的积累与呼吸速率密切相关。试验证明，干物质积累迅速时，呼吸速率旺盛；种子接近成熟时干物质积累缓慢，呼吸速率就逐渐降低。在淀粉种子成熟过程中，催化淀粉合成的Q酶、淀粉磷酸化酶活性增强。淀粉种子成熟脱水时，Ca、Mg和Pi离子同肌醇一起形成非丁（肌醇六磷酸钙镁盐），它是禾谷类种子中磷酸的贮存库与供应源。随着种子成熟，其含水量逐渐下降，自由水逐渐减少，束缚水相对增加，原生质胶体由溶胶状态渐变为凝胶状态，种子逐渐转入代谢微弱的休眠状态。小麦种子成熟过程中，植物激素最高含量顺序的出现，可能与它们的作用有关。首先出现的是玉米素，可

能调节籽粒的细胞分裂过程;然后是 GA,随后是 IAA,可能调节有机物向籽粒的运输和积累;此外,籽粒成熟期 ABA 大量增加,可能调节籽粒生长后期的成熟和休眠。

3. 答:肉质果实成熟时,主要生理生化变化如下。

(1) 果实甜味增加 由叶子运来的糖,主要以淀粉形式贮存于果肉细胞中;果实成熟末期,果实中不溶性的淀粉转化为可溶性葡萄糖、果糖、蔗糖等积累在细胞液中,使果实变甜。

(2) 果实硬度的变化 果肉细胞具有由纤维素等组成的坚硬细胞壁,其中沉积了不溶于水的原果胶。成熟时水解酶类形成,原果胶酶水解原果胶产生可溶性果胶,果胶酶分解果胶形成果胶酸,果胶酸酶又分解果胶酸或果胶形成半乳糖醛酸。同时,胞间层的果胶酸钙也进行分解,使细胞彼此分离,组织软化。另外,内含物如淀粉转变为可溶性糖等也与软化有关。

(3) 果实香气的形成 果实成熟时常常有芳香气散发出来。这些物质包括脂肪族和芳香族的酯;另外还有一些特殊的醛类和酮类,如苹果中为乙基 -2- 甲基丁酯、乙酸乙酯,柠檬、橘子为柠檬醛,香蕉为乙酸戊酯、甲酸甲酯等。

(4) 涩味消失 未成熟的果实往往具有涩味,这是由于细胞中糖类经不完全氧化形成单宁的缘故。成熟后期,单宁被氧化成无涩味的过氧化物,或单宁凝结成不溶于水的胶状物质,因而涩味消失。

(5) 酸味减少 未成熟的果实含有很多有机酸,因而具有酸味。果实成熟过程中含酸量的减少,是因一部分用于供给结构物质的合成,有些转变为糖,或因呼吸氧化分解,或为钾、钙等中和形成有机酸盐所致。因此,果实酸味减少而甜味相对增加,糖酸比提高。

(6) 果实色泽的变化 未成熟果实表皮细胞具有叶绿体、呈现绿色。成熟时叶绿素被破坏,类胡萝卜素的颜色呈现出来,因而果实底色由绿变黄。同时,由于花青素的新合成,它在酸性溶液中呈红色,在碱性中呈蓝色,中性时呈紫色;因不同果实细胞液 pH 不同,而呈现不同色泽。在光照充足、日夜温差较大的地区有利果实着色。

(7) 维生素含量增加 在成熟的果实内维生素 C 含量明显增加。

4. 答:植物衰老是植物器官或整株生命活动自然劣变过程。植物衰老过程中的生理生化变化如下。

(1) 生长速率下降 生命活动减弱、生长速率下降是植物开始衰老的普遍现象。

(2) 蛋白质含量显著下降 其下降的原因,一般认为是蛋白质合成能力下降,或蛋白质分解增强的结果,也有认为二者兼而有之。

(3) 核酸含量下降 在叶片衰老过程中,RNA 含量也下降,与 RNA 合成能力降低和降解速度增快有关。各种核酸中,rRNA 减少最明显,DNA 的下降速率较 RNA 为小。

(4) 光合能力和呼吸速率下降 光合能力的下降是叶片衰老的主要指标;在衰老过程中,叶绿素 a 较叶绿素 b 降解快,类胡萝卜素比叶绿素降解晚。呼吸速率也随叶龄而下降,但下降速度较光合速率为慢。

(5) 内含物的转移和再分配 叶子脱落前,衰老叶中的有机养料和矿质大部分被运到植物幼嫩的部分或子代转移和再分配,这是生物学中的一个普遍规律。物质向幼芽或子代转移愈快,器官衰老得也愈快。

(6) 植物激素变化 植物在衰老进程中,促进生长的激素减少,而促进衰老的 ABA、乙烯的含量增加。

5. 答:种子休眠的原因和破除休眠的方法如下。

(1) 种皮不透水,不透气,对胚具有机械阻碍作用。

(2) 胚未发育完全。有些植物如白蜡、银杏、人参等种子,虽然完全成熟,并已脱离母体,但胚的生长和分化未完成,采收后胚尚需要吸收胚乳中养料,继续生长,达到发育完全方能萌发。

(3) 种子未完成后熟。某些植物种子如蔷薇科的苹果、桃、樱桃和松柏类种子,胚的分化发育虽已完成,但生理上尚未成熟,经一段后熟期后,才能破除休眠。

(4) 种子内含有抑制萌发的物质。如 ABA、水杨酸、香豆素、氨、氰化物、芥子油、植物碱及醛酚等。如梨、柑橘等果实的果肉,甘蓝种子的种皮,苹果种子的胚乳及菜豆种子的子叶中均含有抑制物质。

(5) 种子休眠的破除　① 机械破损:对种皮过厚或紧实不透水的种子,可用碾擦破种皮,例如苜蓿种子。② 低温湿沙层积法(沙藏法):适用于需要完成生理后熟的种子,如苹果、桃、梨及松柏类种子。③ 晒种或加热处理:棉花、小麦等种子,在播种前晒种或在 35 ~ 40 ℃ 高温下经一定的时间,可促进后熟,提高发芽率。④ 化学药剂处理:如刚收获的马铃薯块茎切块,冲洗过后,用 0.5 ~ 1 $mg \cdot L^{-1}$ 的 GA_3 处理 10 ~ 30 min,就能破除休眠,使其萌发。⑤ 清水冲洗:如番茄、西瓜等种子,从果实中取出后,用水冲洗干净,以除去附着在种子上的抑制物质而解除休眠。

6. 答:影响植物器官脱落的外界因素如下。

(1) 氧浓度　氧分压过高过低都能导致脱落。高氧促进乙烯的形成,低氧抑制呼吸作用。

(2) 温度　异常温度加速器官脱落。高温促进呼吸消耗。此外,高温还会引起水分亏缺,加速叶片脱落。

(3) 水分　干旱缺水会引起叶、花、果的脱落。这是一种保护性反映,以减少水分散失。干旱会促进乙烯、脱落酸增加,促进离层形成引起脱落。

(4) 光照　光照弱脱落增加,长日照可以延迟脱落,短日照促进脱落。

(5) 矿质元素　缺 Zn、N、P、K、Fe 等都可能导致脱落。

7. 答:调控植物衰老的途径和措施如下。

(1) 应用基因工程　植物的衰老过程受多种遗传基因控制,并由衰老基因产物启动衰老过程。通过抗衰老基因的转移可对植物或器官的衰老进行调控,以加速或延缓衰老。

(2) 应用植物生长物质　CTK,低浓度 IAA,GA,BR,PA 可延缓植物衰老;ABA,乙烯,JA,高浓度 IAA 可促进植物衰老。

(3) 改变环境条件　适度光照能延缓多种作物(如小麦、菜豆、烟草等)连体叶片或离体叶片的衰老,而强光会加速衰老;短日照处理可促进衰老,而长日照则延缓衰老,干旱和水涝都能促进衰老。营养(如 N,P,K,Ca,Mg)缺乏也会促进衰老。高浓度 O_2 会加速自由基形成,引发衰老,而高浓度 CO_2 抑制乙烯形成,因而延缓衰老。其他环境胁迫,如高温、低温、大气污染、病虫害等都不同程度地促进植物或器官的衰老。

8. 答:调控植物器官脱落的途径和措施如下。

器官脱落对农业生产影响较大,所以常常需要采取措施对脱落进行适当调控。

(1) 应用植物生长调节剂　应用各类生长调节剂可促进或延缓脱落。如给叶片施用生长素类化合物,可延缓果实脱落;采用乙烯合成抑制剂如 AVG 能有效地防止果实脱落;生产上有时还需要促进器官脱落,如应用乙烯利来促进棉花叶片脱落。

(2) 改善肥水条件　增加水肥供应和适当修剪,可使花、果得到足够养分,从而减少脱落。

(3) 基因工程　可通过基因工程,调控与衰老有关的基因表达,进而影响脱落。

9.5 启发性思考题

围绕植物衰老机制有种种理论和假说,你认为哪种假说有道理?

第10章　植物的逆境生理

10.1　学习内容要求

10.1.1　了解内容

1. 逆境的种类与植物的抗逆性。
2. 热害生理与植物的抗热性。
3. 涝害生理与植物抗涝性。

10.1.2　熟悉内容

1. 病害生理与植物抗病性。
2. 抗虫生理与植物抗虫性。
3. 环境污染伤害生理与植物抗性。
4. 盐害生理与植物抗盐性。

10.1.3　掌握内容

1. 逆境对植物生理代谢的影响。
2. 植物对逆境的生理适应。
3. 冷害生理与植物抗冷性。
4. 冻害生理与植物抗冻性。
5. 旱害生理与植物的抗旱性。

10.2　学习内容提要

10.2.1　基本内容

1. 逆境的种类和逆境对植物的伤害

逆境指对植物生长和生存不利的各种环境因素的总和，又称为胁迫。逆境的种类很多，包括非生物胁迫（物理胁迫、化学胁迫）和生物胁迫。逆境引起细胞脱水，生物膜破坏，各种代谢无序进行。逆境导致植物代谢失调主要表现在引起植物的水分胁迫；光合作用下降，同化产物供应减少；呼吸速率大起大落，呼吸代谢途径发生变化，PPP 所占比例增强。在各种逆境下，植物体内的物质分解大于物质合成，水解酶活性高于合成酶活性，大量大分子物质被降解。

2. 植物对逆境的适应和交叉适应

植物通过避逆性和耐逆性两种方式抵抗逆境。植物对逆境的适应有形态结构和生理代谢两方面。形态适应有以根系发达、叶小以适应干旱条件;有扩大根部通气组织以适应淹水条件;有生长停止,进入休眠,以迎接冬季低温来临等。生理适应主要以形成逆境蛋白、增加渗透调节物质和脱落酸含量的方式,减少质膜系统的破坏,提高细胞对各种逆境的抵抗能力。植物对不良环境间的相互适应作用称为交叉适应,植物交叉适应的介导分子是 ROS,作用物质可能是 ABA。

3. 植物抗逆性的获得与信号转导

植物通过细胞感受逆境信号,跨膜信号转换,激活胞内一系列分子途径的胞内信号转导,特异相关基因表达产生生理反应等 4 个阶段适应逆境,在逆境中获得抗逆性。在逆境下植物体内存在系统性传递信息的信号物,参与逆境信号转导的主要信号分子有 Ca^{2+}、蛋白激酶、H^+(pH)、ABA、ROS 和 NO 等。

4. 寒害与植物抗寒性

低温对植物的伤害包括冷害和冻害,二者统称为寒害。植物对低温的抵抗能力称为抗寒性。冷害(零度以上低温的伤害)导致膜相由液晶态转变成凝胶态,膜透性增大,代谢紊乱。抗冷植物具有高比例的不饱和脂肪酸。植物适应冷害的方式是提高膜中不饱和脂肪酸含量,降低膜脂相变温度,维持膜的流动性。冻害指冰点以下低温使细胞间隙结冰或细胞内结冰引起的伤害,冻害的机制有膜伤害假说和巯基假说。

冷驯化是提高植物抗寒性的生物化学及生理学过程,包括寒驯化和冻驯化,Ca^{2+} 信使系统在低温信号转导过程中起着重要作用。寒冷来临时,植物以降低自由水含量、减弱代谢、诱导 CORP、AFP 等冷驯化蛋白形成、增加糖分等保护物质的方式适应低温来临。

5. 热害与植物抗热性

热害是高温胁迫对植物的伤害,分为直接伤害和间接伤害。高温使生物膜功能键断裂、膜脂液化、膜蛋白变性、代谢异常。高温下诱导合成的 HSP,使植物表现出较好的抗热性。Ca^{2+} - CaM 介导的信号转导途径可能参与了热激基因表达的调节。

6. 旱害与植物抗旱性

干旱分为大气干旱、土壤干旱和生理干旱。干旱使细胞过度脱水、膜破坏,正常生理生化代谢受阻,细胞受到机械性损伤。抗旱植物一般有增加吸水、减少失水的形态特征及保水能力强,代谢稳定等生理特征。脯氨酸、干旱诱导蛋白可以提高植物抗旱性。

7. 涝害与植物抗涝性

涝害是土壤水分过多对植物产生的伤害,分为湿害及涝害。涝害的危害主要是由于水涝导致缺氧后引发的次生胁迫对植物产生伤害作用。植物具有适应厌氧环境的能力,低氧信号能激活某些厌氧反应基因的表达,诱导厌氧多肽的形成。植株主要有避缺氧和耐缺氧两种方式,如发达的通气系统、提高乙醇氧化酶活性和厌氧多肽等提高抗涝性。

8. 盐害与植物抗盐性

盐害对植物的主要危害是渗透胁迫、离子失调及引起生理代谢紊乱。根据植物抗盐能力的大小,分为盐生植物和甜土植物。植物通过避盐及耐盐两种方式适应盐胁迫。渗调蛋白有利于降低细胞的渗透势和防止细胞脱水,提高植物对盐胁迫的抗性。植物体内的盐胁迫信号转导途径包括渗透胁迫信号转导途径和盐过敏感调控途径(SOS 途径)。

9. 病害与植物抗病性

植物病害是致病菌与寄主之间相互作用的结果。植物感病后表现为水分平衡破坏、呼吸升高、光合下降、激素发生变化,同化物运输受阻。植物对病原物有抵抗力,如加强氧化酶活性;发生过敏反应;产生植保素、木质素、病程相关蛋白等抗病性物质。植物对病原物的抗性可以通过诱导产生或增强,即诱导抗病性。当病原体激发子被 R 基因认识后,复杂的信号转导途径就开启,引起信号传递串联,最后导致防御反应,增强植物抗病性。

10. 虫害与植物抗虫性

植物的抗虫性可分为生态抗性和遗传抗性两大类。形态解剖特性构成了植物拒虫性的主要方面,抗虫性表现与有毒的植物成分有关。可用生物技术培育抗虫品种。

11. 环境污染与植物抗性

环境污染包括大气污染、水体污染和土壤污染。主要大气污染物包括 SO_2、光化学烟雾、氟化物、氯气;水体污染物有酚类化合物、氰化物、三氯乙醛、重金属及酸雨(雾);土壤污染主要来自大气及水体污染。植物可以净化环境和作为指示物监测预报污染情况。

10.2.2 重点内容

1. 逆境对植物的伤害机制。
2. 植物对逆境适应的生理基础。
3. 植物抗逆性的获得与信号转导。
4. 寒害、旱害和盐害对植物产生伤害的生理原因。
5. 植物抗寒性、抗旱性和抗盐性的机制。

10.3 自 测 试 题

一、名词解释

1. 逆境
2. 细胞质渗压剂
3. 避逆性和耐逆性
4. 抗逆性
5. 抗性锻炼
6. 冷害和抗冷性
7. 巯基假说
8. 渗透调节
9. 交叉适应
10. 逆境蛋白
11. 冷驯化
12. 热激蛋白
13. 寒害
14. 涝害
15. 植保素
16. 病程相关蛋白
17. 诱导抗病性
18. 温度补偿点
19. 抗虫性
20. 分子伴侣
21. 系统获得性抗性
22. 抗寒锻炼
23. 低温诱导蛋白
24. 冻害
25. 抗病性

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. MDA　　2. PRPs
3. ROS　　4. AFP
5. CAIP　　6. CORP
7. UFAI　　8. LEAP
9. SOD　　10. HSR
11. HSPs　　12. CDPK
13. Cpn　　14. HSF
15. HSE　　16. Na^+/H^+ antiporter
17. SOS　　18. HR
19. HRGP　　20. SAR

三、填空题

1. 在_____作用下，_____被激活表达，有关抗病物质及酶系快速形成和大量积累，植物抗病性增强。

2. 逆境的种类多种多样，包括_____和_____，这些胁迫因子之间可以相互交叉、相互影响。

3. 植物对逆境的适应（或抵抗）主要包括_____和_____两个方面，而_____往往与原生质特性和内部生理机制有关。

4. 实验证明，细胞膜蛋白在结冰脱水时，其分子间的_____很容易形成，使蛋白质发生_____。

5. 零上低温对喜温植物的伤害大致分为两个步骤：第一步是_____，第二步是_____。

6. 植物感病后，发生过敏反应，其实质是_____。

7. 植物的抗寒性愈强，膜脂中的_____含量愈高，膜的_____性愈好，不易受到低温伤害。

8. 通过在培养基中逐代提高_____浓度的方法，可获得耐盐的适应细胞，适应细胞中含有多种_____以增加抗盐性。

9. 植物体的渗透调节物质主要有两大类：一类是_____，另一类是_____，如_____、_____、_____和_____等。

10. 植物对氧化胁迫具有相应的适应和抵抗能力，_____还可作为胁迫信号分子诱导合成其他相关因子以防造成更严重的氧化损伤。

11. 植物交叉适应的介导分子是_____，作用物质就是_____。逆境下，抗性强的品种脱落酸含量比抗性弱的品种_____。

12. 受涝害的植物常发生_____，一是由于受水涝伤害后，根系活力下降，_____；二是缺氧使_____，土壤内形成有害的还原物质（如 H_2S 等），使必需元素 Mn、Zn、Fe 等易被还原流失，造成植株营养缺乏。

13. 目前参与逆境信号转导的主要信号分子有_____、_____、_____、_____、_____和_____等，它们作为信号转导的参与者，参与植物抗逆反应。

14. 植物体内的盐胁迫信号转导途径包括_____和_____。

15. 植物具有对环境变化快速感知和主动适应的能力，即植物通过细胞感受_____、_____、_____、_____等4个阶段适应逆境，在逆境中获得抗逆性。

16. 不同植物对SO_2的敏感性不同。C_3植物抗SO_2的能力比C_4植物_____；木本植物抗SO_2的能力比草本植物_____。

17. 氟化物中，排放量最大、毒性最强的是_____，小麦抗氟化物的能力比玉米_____。

18. 冻害和干旱使植物致死的共同机制是_____。

19. CAM植物的抗热性_____，因为_____。

20. 逆境胁迫下木质部汁液中_____普遍升高，引发释放_____，从而导致_____的开放，这可能是早期的_____。

21. 寄主植物的呼吸代谢被病原体侵染后发生显著变化，主要表现在呼吸强度_____，呼吸途径发生转换，明显地加强了_____。

22. 植物细胞中可能存在一种由ROS协同诱导的抗逆应答系统，具有信号整合与信号转导功能，在植物胁迫适应中，高浓度的ROS有_____，低浓度的ROS可以作为_____。当病原菌侵害时，_____共同作用诱导细胞的抗病反应。

23. 大气中污染物进入植物体的主要途径是_____，最易受到大气污染物伤害的部位是_____。

24. 植物受到旱害后，细胞失去紧张度，叶片和幼茎下垂，这种现象称为_____，分为_____和_____。_____会造成原生质严重脱水，引起一系列生理生化代谢紊乱，如果持续过久，就会导致植物死亡。

25. 土壤污染主要来自_____污染和_____污染。

四、选择题（单选或多选）

1. 植物体抗性较强时，细胞内的（　　）较高。

A. 自由水含量　　B. 束缚水含量　　C. 总含水量　　D. 液泡内含水量

2. 沙漠植物主要是通过缩短生育期以逃避干旱缺水的季节，这是（　　）。

A. 逃旱性　　B. 御旱性　　C. 耐旱性　　D. 耐干化

3. 目前，已定义了5个耐盐基因：*SOS1*、*SOS2*、*SOS3*、*SOS4*和*SOS5*。其中（　　）3个基因参与介导了细胞内离子平衡的信号转导途径。

A. *SOS1*、*SOS2*和*SOS3*　　B. *SOS1*、*SOS3*和*SOS4*

C. *SOS1*、*SOS4*和*SOS5*　　D. *SOS1*、*SOS3*和*SOS5*

4. 旱生植物在土壤水分过饱和的情况下，受害的首要原因是（　　）。

A. 水分过多　　B. 光合下降　　C. 缺氧　　D. H_2S毒害发生

5. 农林业生产上常用多效唑（PP_{333}）处理，以达到（　　）效果。

A. 果实催熟　　B. 插条生根　　C. 矮化　　D. 提高抗逆性

6. 为提高苗木的抗旱性，不应多施（　　）肥。

A. 氮　　B. 磷　　C. 钾　　D. 硼

7. 植物在受旱的情况下，有的氨基酸会发生累积，主要是（　　）。

A. 天冬氨酸 B. 精氨酸 C. 脯氨酸 D. 组氨酸

8. 植物感染病菌后,病叶内的碳同化产物与健叶相比( )。

A. 降低 B. 升高 C. 变化不大 D. 无变化

9. 植物受到干旱胁迫时,会发生( )。

A. 呼吸解偶联 B. 光合下降 C. 叶片上出现坏死斑点 D. 细胞脱水

10. 渗透调节是在( )上进行的,其主要功能在于保持细胞的膨压,从而维持原有的代谢过程,是植物抵抗逆境的一种重要机制。

A. 组织水平 B. 器官水平 C. 细胞水平 D. 分子水平

11. 试验证实,细胞膜脂不饱和脂肪酸越多,植物抗寒性就( )。

A. 增强 B. 减弱 C. 保持稳定 D. 随条件变化

12. 在( )逆境条件下,植物呼吸速率缓慢下降。

A. 高温 B. 低温 C. 冻害 D. 盐渍

13. 植物发生生理干旱的原因主要是因为( )。

A. 土壤含水量过低 B. 土壤水势过低 C. 土壤含水量过高 D. 土壤水势过高

14. 低温来临时,越冬作物体内的可溶性糖含量( )。

A. 增强 B. 减弱 C. 保持稳定 D. 随条件变化

15. 植物适应干旱条件的形态特征之一是根/冠比( )。

A. 大 B. 小 C. 中等 D. 随干旱程度变化

16. 涝害引起植物体内乙烯含量( ),植株特别矮小。

A. 增加 B. 不变 C. 减少 D. 随涝害大小而变化

17. 植物受 NO_2 危害的程度与环境条件关系极大,尤其是与( )关系最大。

A. 温度 B. 湿度 C. 含水量 D. 光照

18. 氰化物对植物的最大危害是( )。

A. 抑制呼吸 B. 损伤细胞膜 C. 破坏水分的平衡 D. 光合下降

19. 大气污染除有毒气体以外,主要污染物之一是( )。

A. 粉尘 B. 有刺激性气体 C. 乙烯 D. 二氧化碳

20. 甘薯感染黑斑病菌后产生的植保素是( )。

A. 草酸 B. 水杨酸 C. 甘薯酮 D. 香豆酸

21. 一般来说,钠盐是造成盐分过高的主要盐类,习惯上把含( )为主的土壤叫作碱土,把含( )为主的土壤叫作盐土。

A. NaCl 和 Na_2CO_3 B. Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$

C. NaCl 和 Na_2SO_4 D. Na_2CO_3 和 Na_2SO_4

22. 高温对植物的直接损害主要是使( )和( )。

A. 脂质合成速度减慢 B. 糖类降解加剧

C. 脂质液化 D. 蛋白质变性

23. 许多植物淹水时,有氧呼吸降低,无氧呼吸升高。有人建议,用( )或( )活性作为作物涝害的指标。

A. 苹果酸脱氢酶 B. 乙醇脱氢酶 C. 乳酸脱氢酶 D. 丙酮酸激酶

24. 大气中的污染物能否危害植物，决定于多种因素，其中主要是(　　)和(　　)。

A. 气体的浓度　　B. 延续时间　　C. 气体成分　　D. 大气温度

25. 由于植物的抗虫性有生态抗性，即由于环境条件变化的影响制约害虫的侵害而表现的抗性。不少害虫有严格的危害物候期，为了回避害虫的危害，作物可以(　　)或(　　)。

A. 比生育期早播　　B. 比生育期迟播　　C. 按生育期播种　　D. 隔年播种

五、是非判断题

1. 植物处于干旱、盐碱等逆境中，蛋白质大量分解，积累较多的胱氨酸。(　　)

2. 逆境诱导糖类和蛋白质转变成可溶性化合物的过程加强，这与合成酶的活性下降，水解酶活性增强有关。(　　)

3. 播种前，对萌动种子进行干旱锻炼，生长期适当控制氮肥、增施磷、钾肥，可提高小麦的抗旱性。(　　)

4. 在水分亏缺造成植物出现各种损伤之前，植物就对水分胁迫做出包括基因表达在内的适应性调节反应，这是植物自身的保护性选择。(　　)

5. 无论什么逆境条件，植物体内源脱落酸总是减少，抗逆性增强，这是植物交叉适应的结果。(　　)

6. 外施脱落酸可改变植物体内代谢，使脯氨酸含量减少，可溶性糖和可溶性蛋白质的含量增加，提高抗逆性。(　　)

7. 同等冷害条件下，幼嫩组织器官比老的组织器官受害严重；同一植株不同生长期中，生殖生长期比营养生长期对冷害敏感。(　　)

8. 冻害对植物的影响，主要是由于结冰而引起的。细胞间结冰伤害的主要原因是原生质过度的膨胀。(　　)

9. 植物在干旱、盐渍条件下会发生甜菜碱的积累，抗性品种尤为显著。遇水分胁迫时，甜菜碱的积累比脯氨酸快，解除胁迫时，甜菜碱的降解也比脯氨酸快。(　　)

10. 一般来说，当降温幅度大，霜冻时间长，解冻速度慢，则植物受冻害严重。(　　)

11. 许多植物淹水时，苹果酸脱氢酶降低，乙醇脱氢酶和乳酸脱氢酶升高。有人建议，用乙醇脱氢酶和乳酸脱氢酶活性作为作物涝害的指标。(　　)

12. 植物受到旱害后，随土壤水势的增高，光合速率显著下降。这种抑制作用既有对 CO_2 同化的气孔性限制，又有非气孔性限制。(　　)

13. 高温会抑制氮化合物的合成，氨积累过多会毒害细胞。(　　)

14. 仙人掌原生质黏性大，束缚水含量高，耐热性差。(　　)

15. 植物遭受涝害时，危害的主要原因是土壤水分过多。(　　)

16. 盐分过多，可使棉花、小麦等的呼吸速率上升。(　　)

17. 大气中污染物能否危害植物，主要与气体的浓度和延续时间有关。(　　)

18. 实验证明，植物具有潜在的适应厌氧环境的能力，高氧信号能激活某些厌氧反应基因的表达，使同一种基因型的耐渍能力得到很大的改善。(　　)

19. *SOS1* 是一种耐盐基因，它编码了质膜上的 Na^+/K^+ 反向运输蛋白。(　　)

20. 环境污染中的五毒是：醛、氯、铝、砷、铁。(　　)

21. 细胞膜是结冰伤害最敏感的部位，冰冻引起细胞所有膜系统的破坏中，叶绿体膜最先受

损伤,从而使光合放氧受抑制;其次是原生质膜;最后是液泡膜的损伤。( )

22. 环境监测一般是选用对某一污染物极不敏感的植物作为指示植物。( )

23. 对淹水和湿地条件有良好适应性的湿生植物能够在长期渍水下存活,有两种基本方式:一是耐缺氧,即通过整株调节,从地上部获得根系需要的氧气;另一是避缺氧,依靠乙醇发酵的开关和其他生化变化。( )

24. 高温下诱导合成的热激蛋白,具有分子伴侣的作用,使植物表现出较好的抗热性。( )

25. 干旱诱导蛋白的氨基酸组成各异,但组成中都富含脯氨酸、甘氨酸和疏水性氨基酸,而不含半胱氨酸和色氨酸。( )

六、简答题

1. 在冷害过程中,植物体内发生了哪些生理生化变化?

2. 简述胞间结冰对植物造成的伤害。

3. 外施 ABA 提高植物抗逆性的原因是什么?

4. 内源多胺含量的增加对植物抵御逆境有何重要意义?

5. 简述膜脂与植物的抗冷性的关系。

6. 保护地栽培如何防治植株的盐害?

7. 请用植物生理学知识解释甘薯剪下的藤苗很少立即扦插,一般放置一段时间再栽。

8. 在逆境中,植物体内累积脯氨酸的原因和在抗逆中的作用是什么?

9. 简述钙信使在植物适应逆境中的主要作用。

10. 什么是渗调蛋白,渗调蛋白在植物适应逆境中的作用是什么?

11. 简述逆境蛋白产生的生物学意义。

12. CORPs 可能的功能是什么?

13. 简述涝害对植物的伤害。

14. 简述植物抗虫性的机制。

15. SO_2危害植物的原因是什么?

16. O_3对植物的伤害主要表现在哪些方面?

17. 简述呼吸加强能减轻病害的原因。

18. 植物的交叉适应有什么特点?

19. 什么是土壤污染?简述土壤污染对植物的危害。

20. 植物在环境保护中有什么作用?

七、论述题

1. 胁迫因子对植物产生的伤害效应种类有哪些?逆境胁迫对植物代谢有哪些影响?

2. 试比较生物膜在植物各种抗性中的特点。

3. 试述植物如何从形态结构和生理代谢两方面提高对逆境的适应。

4. 严冬来临之前,植物接受什么信号开始进行越冬抗性锻炼?抗寒锻炼过程中,植物体内发生了哪些适应性生理生化变化?

5. 什么是植物抗逆性的获得与信号转导?有哪些主要信号分子参与逆境信号转导?举 3 例以上说明逆境信号分子如何参与信号转导。

6. 试述高温对植物的伤害及植物抗热的机制。

7. 热激蛋白表达自我调节机制的可能模式是什么?

8. 试述干旱的类型及干旱对植物的伤害。如何提高植物的抗旱性?

9. 试述抗涝植株的特征。

10. 试述植物抗盐的适应机制及提高途径。

11. 病害对植物生理生化有何影响?作物抗病的生理基础如何?

12. 何为干旱诱导蛋白,按功能可分为几类?植物干旱诱导蛋白的组成特点和功能是什么?

10.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 逆境(stress):指对植物生长和生存不利的各种环境因素的总和,又称为胁迫。包括高温、低温、干旱、水涝、盐碱、病虫及大气污染等。

2. 细胞质渗压剂(cytoplasmic osmoticum):存在于细胞质中决定细胞质渗透势的溶质称为细胞质渗压剂。如脯氨酸、甜菜碱。

3. 避逆性和耐逆性(stress avoidance and stress tolerance):避逆性是指植物通过各种方式在时间或空间上避开逆境的影响。耐逆性是指植物通过代谢的变化来阻止、降低甚至修复由逆境造成的损伤,保证正常的生理活动。

4. 抗逆性(stress resistance):植物在长期的系统发育中逐渐形成对逆境的适应和抵抗能力,称为植物的抗逆性,简称抗性。

5. 抗性锻炼(hardiness hardening):植物对环境适应性反应的形成过程叫做抗性锻炼。通过锻炼可以提高植物对某种逆境的抵抗能力。

6. 冷害(chilling injury)和抗冷性(chilling resistance):0℃以上低温对植物造成的危害叫做冷害。而植物对零上低温的适应和抵抗能力叫抗冷性。

7. 巯基假说(sulfhydryl - theory):Levitt 于 1962 年提出的,认为冰冻对细胞的危害是破坏了蛋白质的空间结构。由于细胞间隙结冰引起细胞质脱水,—SH 氧化形成—S—S—键,蛋白质发生凝聚失去活性。当解冻吸水时,由于二硫键比氢键稳定,因此氢键断裂,肽链松散,破坏了蛋白质分子的空间结构,导致蛋白质失活。

8. 渗透调节(osmotic adjustment):指逆境能诱导参与渗透调节基因的表达,主动积累各种有机物和无机物来提高细胞液浓度,降低渗透势,提高细胞保水力,从而适应水分胁迫环境的现象。

9. 交叉适应(cross adaptation):指植物经历了某种逆境后,能提高对另一些逆境的抵抗能力;这种对不良环境间的相互适应作用称为交叉适应或交叉忍耐(交叉抗性)。

10. 逆境蛋白(stress proteins):在逆境条件下,植物关闭一些正常表达的基因,启动一些与逆境相适应的基因,在逆境条件下诱导产生的蛋白质统称为逆境蛋白(或胁迫蛋白)。

11. 冷驯化(cold acclimation):指与提高植物抗冷性有关的生物化学及生理学过程,包括寒驯化和冻驯化。寒驯化即喜温植物在中度低温 10 ~ 12℃下暴露数天后能适应更低但非冰冻温度环境;冻驯化即在零上几度低温处理植物,提高它们耐受零下温度的能力。

12. 热激蛋白(heat shock protein,HSP):植物在高于正常生长温度 5℃以上,体内大部分蛋

白质的合成和 mRNA 的转录被抑制，同时刺激诱导合成的一些新的蛋白质，这种现象叫做热激反应。生物体受高温刺激后大量合成的一类蛋白质称为热激蛋白，或热休克蛋白。

13. 寒害(cold injury)：低温导致植物受伤或死亡的现象。

14. 涝害(flood injury)：土壤水分过多对植物产生的伤害称为涝害。广义的涝害包括：① 湿害，指土壤水分处于饱和状态，土壤含水量超过了田间最大持水量时旱田作物所受的影响。② 涝害，指地面积水，淹没了作物的一部分或全部，使其受到的伤害。

15. 植保素(phytoalexin)：植物受侵染后产生的一类低相对分子质量的抗病原微生物的化合物，也称植物抗毒素或植物防御素。

16. 病程相关蛋白(pathogenesis related protein，PRP)：植物被病原菌侵染后合成的与抗病有关的一种或多种新的蛋白质，也称病原相关蛋白。PRP 相对分子质量较小，一般不超过 40×10^3。

17. 诱导抗病性(desease induced resistance)：植物对病原物的抗性可以通过诱导产生或增强，利用生物、物理、化学因子处理植物，改变植物对病害的反应，产生局部或系统的抗性，称为诱导抗病性。

18. 温度补偿点(temperature compensation point)：植物光合作用的最适温度一般都低于呼吸作用的最适温度，在生理上通常把光合速率与呼吸速率相等时的温度称为温度补偿点。

19. 抗虫性(pest resistance)：植物采用不同机制来避免、阻碍或限制昆虫的侵害，或者通过快速再生来忍耐虫害的能力，称为植物的抗虫性。

20. 分子伴侣(*molecular chaperon*)：指与新生肽链的折叠、寡聚蛋白质的组装和蛋白质的跨膜运输有关的一类特殊蛋白质分子。

21. 系统获得性抗性(systemic acquired resistance，SAR)：植物抗病时，在局部的过敏反应处产生一类信号分子，顺着韧皮部传递到整株，使植物对更多种的病原微生物产生拮抗作用，称为系统获得性抗性。

22. 抗寒锻炼(cold resistance hardening)：植物在冬季来临之前，随着气温逐渐降低，体内发生一系列适应低温的生理生化变化，抗寒力逐渐增强，这种提高抗寒能力的过程称为抗寒锻炼或低温驯化。

23. 低温诱导蛋白(low - temperature - induced protein)：植物经低温诱导能活化某些特定基因并经转录翻译合成一组新的蛋白质称为低温诱导蛋白，也称为冷驯化蛋白或冷调节蛋白。

24. 冻害(freezing injury)：温度下降到零度以下，植物体内发生冰冻，因而受伤甚至死亡，称为冻害。

25. 抗病性(disease resistance)：植物对病原微生物侵染的抵抗能力。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. MDA：丙二醛
2. PRPs：病程相关蛋白
3. ROS：反应性氧种(活性氧)
4. AFP：抗冻蛋白
5. CAIP：冷驯化蛋白
6. CORP：冷调节蛋白

7. UFAI:膜不饱和脂肪酸指数
8. LEAP:胚胎发育晚期丰富蛋白
9. SOD:超氧化物歧化酶
10. HSR:热激反应
11. HSPs:热激蛋白
12. CDPK:蛋白激酶
13. Cpn:分子伴侣
14. HSF:热激因子
15. HSE:热激元件
16. Na^+/H^+ antiporter:Na^+/H^+反向转运体
17. SOS:盐过敏感调控途径
18. HR:过敏响应
19. HRGP:富含羟脯氨酸糖蛋白
20. SAR:系统获得性抗性

三、填空题

1. 激发子 抗病基因
2. 非生物胁迫(物理胁迫、化学胁迫) 生物胁迫
3. 避逆性 耐逆性 耐逆性
4. 二硫键(—S—S—键) 失活
5. 膜相变 引起代谢紊乱
6. 是一种限制病原物蔓延的自卫反应
7. 不饱和脂肪酸 抗冷
8. NaCl 盐胁迫蛋白
9. 由外界引入细胞中的无机离子(特别是K^+) 细胞内合成的有机溶质 蔗糖 脯氨酸 多胺 甜菜碱
10. 低水平活性氧
11. ROS ABA 高
12. 营养失调 阻碍根系对离子的主动吸收 厌氧性细菌活跃
13. Ca^{2+} 蛋白激酶 H^+(pH) ABA ROS NO
14. 渗透胁迫信号转导途径 盐过敏感调控途径(SOS途径)
15. 逆境信号 跨膜信号转换 胞内信号转导 调控相关基因表达产生生理反应
16. 弱 强
17. HF 强
18. 原生质严重脱水
19. 较强 有机酸代谢旺盛
20. pH ABA 钙通道 逆境胁迫信号
21. 明显升高 戊糖磷酸途径(PPP)
22. 毒性作用 胁迫信号分子 NO和ROS

23. 气孔 叶片

24. 萎蔫 暂时萎蔫 永久萎蔫 永久萎蔫

25. 大气 水体

四、选择题(单选或多选)

1. B 2. A 3. A 4. C 5. C、D 6. A 7. C 8. B 9. A、B、D 10. C 11. A

12. D 13. B 14. A 15. A 16. A 17. D 18. A 19. A 20. C 21. B、C 22. C、D

23. B、C 24. A、B 25. A、B

五、是非判断题

1. (×) 2. (√) 3. (√) 4. (√) 5. (×) 6. (×) 7. (√) 8. (×) 9. (×)

10. (×) 11. (√) 12. (×) 13. (√) 14. (×) 15. (×) 16. (×) 17. (√)

18. (×) 19. (×) 20. (×) 21. (×) 22. (×) 23. (√) 24. (√) 25. (×)

六、简答题

1. 答:在冷害过程中,植物体内发生的生理生化变化如下。

(1) 细胞膜系统受损 冷害使细胞膜透性增加,细胞内可溶性物质大量外渗,引起植物代谢失调。

(2) 根系吸收能力下降 低温影响根系的生命活动,根生长减慢,呼吸减弱,能量供应不足,同时失水大于吸水,水分平衡遭到破坏,导致植株萎蔫、干枯。

(3) 光合作用减弱 低温使叶绿素生物合成受阻,各种光合酶活性受到抑制,光合速率下降。

(4) 呼吸速率大起大落 冷害使植物的呼吸代谢失调,呼吸速率大起大落,即先升高后降低。氧化磷酸化解偶联,有氧呼吸受到抑制,无氧呼吸增强,积累有毒物质。

(5) 物质代谢失调 植物受冷害后,物质分解加速,蛋白质含量减少,可溶性氮化物含量增加;淀粉含量降低,可溶性糖含量增加。内源乙烯和 ABA 含量明显增加。

2. 答:胞间结冰对植物造成的伤害如下。

(1) 原生质脱水 由于胞间结冰降低了细胞间隙的水势,使细胞内水分向胞间移动,随着低温的持续,原生质会发生严重脱水,造成蛋白质变性和原生质不可逆的凝固变性。

(2) 机械损伤 随着低温的持续,胞间冰晶不断增大,当其体积大于细胞间隙空间时会对周围的细胞产生机械性损伤。

(3) 融冰伤害 当温度骤然回升时,冰晶迅速融化,细胞壁迅速吸水恢复原状,而原生质因为来不及吸水膨胀,可能被撕裂损伤。胞间结冰不一定使植物死亡,大多数植物胞间结冰后经缓慢解冻仍能恢复正常生长。

3. 答:外施 ABA 提高植物抗逆性的原因如下。

(1) 提高膜脂不饱和度,保持生物膜稳定,减少膜的伤害。

(2) 减少自由基对膜的破坏,延缓 SOD、CAT 等酶活性的下降,阻止体内自由基的过氧化作用,降低 MDA 等积累,使膜受到保护。

(3) 促进渗透调节物质脯氨酸、可溶性糖等的增加及促进气孔关闭等。

4. 答:内源多胺含量的增加对植物抵御逆境的重要意义如下。

多胺是生物体代谢过程中产生的一类次生代谢物质,主要以游离态和结合态两种形态存在。

游离态多胺还可以转化生成稀有多胺，如高精胺、降精胺等。各种胁迫条件下植物细胞内不同程度地积累特殊形态多胺，特别是结合态和稀有多胺。内源多胺含量的增加对植物抵御逆境有重要意义：① 稳定膜结构；② 抑制核酸酶和蛋白质酶的活性，防止蛋白质降解；③ 作为细胞内渗透调节剂，调节细胞水分平衡；④ 抑制脂质过氧化作用以及抑制细胞壁降解，有利于清除自由基；⑤ 通过转化成生物碱达到解毒目的。

5. 答：植物通过调节膜脂不饱和度来维持膜的流动性，以适应低温和提高抗冷性。

（1）膜脂相变温度与膜脂不饱和度密切相关，膜不饱和脂肪酸指数可作为衡量植物抗冷性的重要生理指标。同一种植物，膜脂中不饱和脂肪酸比例越大，即 UFAI 越高，膜脂相变温度愈低，抗冷性愈强。

（2）脂肪酸去饱和作用对抗冷性有一定的保护作用，当低温来临时，去饱和酶活性增强，不饱和脂肪酸增多，使膜在较低温度时仍保持液态。

（3）增加膜脂不饱和脂肪酸含量和不饱和度，有效降低膜脂的相变温度，维持膜的流动性，提高抗冷性。

6. 答：保护地栽培防治植株的盐害的措施如下。

（1）深翻土地，增施优质有机肥，提高土壤保肥力，缓冲因施肥引起的土壤酸度变化而出现的养分拮抗现象。

（2）进行保护地灌水，兼有土壤消毒与除盐两种作用。即夏季保护地闲置期大水流动漫灌，提高地温，保持土壤还原状态，杀菌除盐。

（3）与生长期短的作物进行轮作，保护地夏季闲置期栽培养分吸收量大的甜高粱、玉米，以吸收前茬的剩余盐分。

7. 答：甘薯剪下的藤苗很少立即扦插，一般放置一段时间再栽的生理原因如下。

甘薯剪下的藤苗一般要放置阴凉处一段时间后再扦插，这叫“饿苗”。该措施起到促进根系生长，控制地上部生长的作用，经过处理后的作物根系发达，体内干物质积累较多，叶片保水能力强，渗透调节能力增强，从而提高了抗旱性。

8. 答：在逆境中，植物体内累积脯氨酸的原因和在抗逆中的作用如下。

（1）脯氨酸 Pro 积累原因有：① 蛋白质合成减慢，Pro 参与蛋白质合成量减少；② Pro 合成酶活化，Pro 合成增加；③ Pro 氧化酶活性降低，Pro 氧化分解减慢。

（2）Pro 主要是细胞质渗透物质，其在抗逆中的作用是：① 作为渗透物质，保持原生质与环境的渗透平衡，防止失水；② Pro 与蛋白质结合能增强蛋白质的水合作用，增加蛋白质的可溶性和减少可溶性蛋白质的沉淀，保护生物大分子结构和功能的稳定；③ 水分胁迫期间，产生的氨可形成 Pro，起解毒作用；同时 Pro 也可作为复水后，植物直接利用的氮源。

9. 答：钙信使在植物适应逆境中的主要作用如下。

（1）通过调控基因表达而提高植物抗逆性。

（2）通过调节一些蛋白质和酶活性而调节植物适应逆境的生理生化反应。如激活 CDPK 而调节蛋白磷酸化、通过调节抗氧化酶的活性提高植物的抗氧化性。

（3）参与调节盐离子的选择吸收与转运，促进相溶性物质如 Pro 合成。

（4）参与 ABA 的信号转导和调节气孔开闭。

（5）参与调节植物的交叉适应性等。

10. 答:渗调蛋白及渗调蛋白在植物适应逆境中的作用如下。

渗调蛋白又称渗压素,是伴随着植物对外界各种渗透胁迫的适应而产生一种逆境蛋白,渗调蛋白是一种阳离子蛋白,多以颗粒状存在。作用主要有:① 渗透胁迫下,吸附水分或改变膜对水的透性,减少细胞失水,维持细胞膨压;② 螯合细胞脱水过程中浓缩的离子,减少离子毒害作用;③ 可能通过与液泡膜上离子通道的静电相互作用,减少或增加液泡膜对某些离子的吸入,改变该离子在细胞质和液泡的浓度来传递胁迫信号,诱导胁迫相关基因的表达,从而增强植物对胁迫的适应性。

11. 答:逆境蛋白产生的生物学意义如下。

(1) 植物在逆境下合成逆境蛋白具有广泛性和普遍性,植物在不同生育期、不同器官或不同组织中诱导产生逆境蛋白而提高抗性。

(2) 逆境蛋白可提高膜系统的结构和功能稳定性。

(3) 植物对逆境的适应可能存在着某些共同的机制,一种抗性基因可能同时产生几种不同的逆境蛋白。

(4) 逆境蛋白的产生也是交叉适应的表现,一种逆境可使植物产生多种逆境蛋白;多种逆境可使植物产生一种逆境蛋白。

12. 答:CORPs 可能的功能如下。

CORPs 是冷调节蛋白。可能的功能有:① 作为抗冻剂,阻止冰晶的生成;② 作为防脱水剂,防止脱水伤害细胞;③ 是细胞的保护性功能蛋白,在低温下起直接的保护作用;④ 冷胁迫下细胞主要代谢途径中关键酶基因的表达,维持低温下细胞的主要代谢活动;⑤ 低温信号转导系统的组成部分,参与低温信号转导过程。

13. 答:涝害对植物的伤害如下。

涝害引起的危害主要是由于水涝导致缺氧后引发的次生胁迫对植物产生伤害作用。

(1) 地上部分与根系的生长受到阻碍。受涝植株个体矮小,叶色变黄、根尖发黑。

(2) 植物体内乙烯含量增加,叶柄偏上生长。

(3) 植物的光合速率显著下降,可能与阻碍 CO_2 的吸收及同化产物运输受阻有关。

(4) 有氧呼吸受抑制,无氧呼吸加强,ATP 合成减少,同时积累大量的无氧呼吸产物(如丙酮酸、乙醇、乳酸等)。

(5) 受涝植物常发生营养失调,使必需元素 Mn、Zn、Fe 等易被还原流失,造成植株营养缺乏。

14. 答:简述植物抗虫性的机制如下。

(1) 拒虫　主要是通过物理方式干扰害虫的运动机制,包括干扰昆虫对寄主的选择、取食、消化、交配及产卵。

(2) 抗虫　有些昆虫具有偏嗜食物营养的弱点,当植物体内缺乏该营养物质时,就可成为抗虫特性之一。更多的抗虫性表现为植物腺体毛分泌物、次生代谢物对昆虫有毒,昆虫食用后,引起慢性中毒,直至死亡。

15. 答:SO_2 危害植物的原因如下。

(1) SO_2 是一种还原性很强的酸性气体,进入植物组织后可变成 H_2SO_3,使叶绿素变成去镁

叶绿素而丧失功能，且 H_2SO_3 与光合初产物或有机酸代谢产物（醛）反应生成羟基磺酸，抑制气孔开放、CO_2 固定和光合磷酸化，干扰有机酸和氮代谢。

（2）SO_2 破坏生物膜的选择透性，使 K^+ 外渗，既破坏细胞内离子平衡，又使气孔调节开闭的灵敏度下降。

（3）SO_2 破坏蛋白质的二硫键，使原生质、膜蛋白及酶活性受到影响。

（4）SO_2 也通过诱导产生氧自由基对植物产生危害。

16. 答：O_3 对植物的伤害主要表现在：O_3 是强氧化剂，多方面危害植物生理活动。

（1）破坏质膜　O_3 能氧化膜中蛋白质和不饱和脂肪酸，使膜结构破坏，导致细胞内含物外渗。

（2）破坏细胞正常氧化还原过程　O_3 能把—SH 氧化成—S—S—键，破坏以—SH 为活性基团的酶类，影响细胞内的各种代谢过程。

（3）抑制光合作用　O_3 既阻碍叶绿素合成又破坏叶绿素结构，使光合速率下降。

（4）改变呼吸途径　O_3 抑制糖酵解，促进磷酸戊糖途径，有利于酚类化合物形成。

17. 答：呼吸加强能减轻病害的原因如下。

（1）分解毒素　病原菌侵入植物体后产生毒素，毒死细胞。旺盛的呼吸作用能把这些毒素氧化分解为 CO_2 和水，或转化为无毒物质。

（2）呼吸可促进伤口附近形成木栓层，伤口愈合快，把健康组织和受害组织隔开，不让伤口扩大，防止病菌侵染。

（3）抑制病原菌水解酶活性　病原菌靠自身水解酶的作用，把寄主的有机物分解，供其生活需要。寄主呼吸旺盛，抑制病原菌的水解酶活性，因而防止寄主体内有机物被分解，病原菌得不到充分养料，病情扩展受到限制。

18. 答：植物的交叉适应有以下特点。

（1）植物交叉适应的介导分子是 ROS，作用物质是 ABA。植物在多种逆境条件下都导致 ABA 含量增加，增强植物的抗逆性。

（2）逆境蛋白的产生也是交叉适应的表现，一种逆境可使植物产生多种逆境蛋白；多种逆境可使植物产生一种逆境蛋白。

（3）多种逆境条件下，植物都会积累脯氨酸等渗透调节物质，通过渗透调节作用提高对逆境的抵抗能力。

（4）多种逆境条件下，生物膜的保护物质在逆境胁迫下可能发生类似的反应，使细胞内活性氧的产生和清除达到动态平衡。

19. 答：土壤污染及土壤污染对植物的危害如下。

土壤污染是指土壤中积累的有毒、有害物质超出了土壤的自净能力，使土壤的理化性状改变，土壤微生物的活动受到抑制和破坏，进而危害了作物生长和人畜的健康。土壤污染对植物的危害是：① 改变土壤的理化性状。土壤污染引起土壤 pH 的变化，破坏土壤结构，从而影响土壤微生物的活动和植物的生长发育。② 土壤中重金属是具有潜在危害的污染物，它不能被微生物所分解，可以富集于植物体内，并且可以将某些重金属转化为毒性更强的重金属有机物。

20. 答：植物在环境保护中有以下作用。

植物在环境保护中有多方面的作用，可以固土保水，防治风沙，调节温、湿度，绿化环境，还可以净化污染物和监测预报污染情况。

（1）净化环境 植物除通过光合作用保证大气中 O_2 和 CO_2 的相对平衡外，还可以吸收环境中的污染物，对各种污染物有吸收、积累和代谢作用，从而净化环境；植物可以分解污染物，有的分解成营养物质，有的形成络合物，从而降低了毒性，所以植物具有解毒作用。

（2）监测环境污染 植物监测简便易行，一般选用对某污染物质高度敏感的植物作为指示植物。当环境污染物质稍有积累，植物就呈现出明显的症状。

七、论述题

1. 答：胁迫因子对植物产生的伤害效应种类及逆境胁迫对植物代谢有的影响如下。

（1）胁迫因子对植物产生的伤害效应种类有：① 直接使生物膜受害的原初直接伤害。② 质膜受伤后，导致植物代谢失调的原初间接伤害。③ 一些胁迫因子还可以引起产生次生胁迫伤害。

（2）逆境胁迫对植物代谢的影响主要有：① 水分胁迫。水分胁迫使细胞脱水，对膜系统的结构与功能产生不同程度的影响。② 光合作用呈现下降的趋势，同化产物供应减少。③ 呼吸速率大起大落，呼吸代谢途径亦发生变化，如干旱、感病、机械损伤时，磷酸戊糖途径增强。④ 物质分解大于合成，水解酶活性增加，大量大分子物质被降解，淀粉水解为葡萄糖，蛋白质水解加强，可溶性氮增加。⑤ 氧代谢失调，活性氧积累。ROS 引起生物膜脂脱酯化和膜脂过氧化作用，细胞膜系统产生变性，细胞结构与功能受到损伤，甚至导致细胞凋亡。

2. 答：生物膜在植物各种抗性中的特点如下。

生物膜对逆境的反应非常敏感，当植物遭受到逆境时，质膜透性增大。这主要是由于膜脂过氧化、膜蛋白变性及膜脂流动性改变，造成膜相变和膜结构破坏所致。因此，生物膜结构和功能的稳定性与植物的抗逆性密切相关。

（1）冷害主要是引起膜脂相变。增加膜脂中不饱和脂肪酸含量和不饱和度，即 UFAI 越高，越能有效降低膜脂的相变温度，维持膜的流动性，提高植物抗冷性。

（2）冰冻主要是由于细胞结冰引起蛋白质损伤，—SH 氧化形成—S—S—键，破坏蛋白质的结构。因此，植物组织抗冻性的基础在于阻止蛋白质分子间二硫键的形成。

（3）高温主要是引起膜脂液化，破坏了膜的结构，导致膜丧失选择透性与主动吸收的能力。膜脂液化程度与脂肪酸的饱和程度有关，饱和程度越高越不易液化，则耐热性越强。

（4）干旱使细胞膜结构遭到破坏，植物细胞脱水后，破坏了细胞膜的有序结构。正常状况膜脂分子呈双分子排列，这种排列靠磷脂极性头部与水分子相互连接，所以，膜内有一定的束缚水，才能保持膜脂分子这种双层排列，提高植物抗旱性。

（5）盐分过多造成植物组织内水分外渗，对植物产生渗透胁迫，造成生理干旱。某些植物细胞原生质对某些盐分的透性很小，根本不吸收或很少吸收某些离子，通过拒盐而避免盐分的胁迫。

3. 答：植物从形态结构和生理代谢两方面提高对逆境的适应性。

（1）形态结构适应 植物对逆境的适应在形态上有各种变化。有以根系发达、叶小以适应干旱条件；有扩大根部通气组织以适应淹水条件；有生长停止，进入休眠，以迎接冬季低温来临等。

（2）生理适应　植物对逆境的生理适应主要以形成逆境蛋白、增加渗透调节物质和脱落酸含量，减少质膜系统的破坏，提高细胞对各种逆境的抵抗能力。① 逆境条件下，保持生物膜结构和功能的稳定性，提高植物的抗逆性。② 逆境条件下，植物关闭一些正常表达的基因，启动一些与逆境相适应的基因，诱导形成逆境蛋白，提高植物的抗逆性。③ 逆境胁迫下，植物可诱导产生更多的抗氧化酶及其非酶类抗氧化剂，提高抗逆性，以抵御活性氧的氧化损伤与致死效应；而且低水平活性氧还可以作为胁迫信号分子诱导合成其他相关因子以防止造成更严重的氧化损伤。④ 逆境会诱导参与渗透调节的基因的表达，主动积累各种有机物和无机物来提高细胞液浓度，降低渗透势，提高细胞保水力，从而适应水分胁迫环境。⑤ 逆境条件下，ABA 含量升高，ABA 主要通过关闭气孔，减少蒸腾失水，保持组织内的水分平衡，并增加根的透性和水的通导性等来增加植物的抗性。

4. 答：严冬来临之前，植物接受信号后开始进行越冬抗性锻炼。

在冬季来临之前，植物接受短日照和低温信号，体内发生了一系列适应低温的生理生化变化，抗寒力逐渐增强。这种提高抗寒能力的过程，称为抗寒锻炼或低温驯化。

在抗寒锻炼过程中，植物体内发生的适应性变化有：① 组织的含水量降低，自由水含量减少，束缚水的相对含量增高。束缚水/自由水比值的增加有利于植物抗寒性的加强。② 植物的呼吸作用逐渐减弱，消耗减少，有利于糖分等的积累，抗逆性增强。③ 脱落酸含量增高，生长停止，进入休眠，抗寒能力显著增强。④ 细胞内可溶性糖含量增加。可溶性糖能降低冰点，提高原生质保护能力，保护蛋白质胶体不至于遇冷变性凝聚。⑤ 植物经低温诱导能活化某些特定基因，合成低温诱导蛋白。低温诱导蛋白能降低细胞液的冰点，有利于植物在冰冻时忍受脱水胁迫，减少细胞冰冻失水。

5. 答：植物抗逆性的获得与信号转导及其过程如下。

植物在受到逆境胁迫时，具有对环境变化快速感知和主动适应的能力，即通过细胞感受逆境信号、跨膜信号转换、胞内信号转导以及调控相关基因表达产生生理反应等 4 个阶段适应逆境，在逆境中获得抗逆性，即植物抗逆性的获得与信号转导。

植物体内存在一个胁迫反应的中心系统，它可以被多种环境胁迫所激活（如营养匮乏、缺水等），由信号分子转导逆境强度，并通过蛋白激酶的级联磷酸化激活转录因子而协同诱导抗逆应答基因的表达，获得抗逆性；抗性基因对外界胁迫因子的识别，需要细胞内准确而敏感的信号系统为基础。在逆境下植物体内存在系统性传递信息的信号物，目前参与逆境信号转导的主要信号分子有 Ca^{2+}、蛋白激酶、H^+（pH）、ABA、ROS 和 NO 等，它们作为信号转导的参与者，参与植物抗逆反应。

以下举 3 例说明逆境信号分子如何参与信号转导。

例一：低温信号转导。Ca^{2+} 信使系统在低温信号转导过程中起着重要作用。低温导致了膜脂的脂肪酸链由无序状态变为有序状态，膜的外形与厚度发生变化，膜收缩，出现孔道或龟裂，透性增大等多种变化。这些变化刺激了质膜上 Ca^{2+} 通道，使 Ca^{2+} 通道开启，胞质外 Ca^{2+} 流入胞内，胞内 Ca^{2+} 浓度的提高能激活 Ca^{2+} 调节的靶酶（如 CDPK），或与 CaM 直接结合，引起 Ca^{2+} 信号的放大和传递，诱导 *cor* 基因的表达，生成 CORPs，将 Ca^{2+} 变化所蕴含的低温信息表达为生理生化过程。此外，ABA、H_2O_2、茉莉酸甲酯、水杨酸等信号转导因子也参与冷信号转导，提高植物的抗寒性。

例二:耐盐信号转导。盐胁迫信号转导途径包括渗透胁迫信号转导途径和盐过敏感调控途径(SOS 途径)。其中渗透胁迫信号转导途径又包括依赖 ABA 介导的信号转导和不依赖 ABA 的信号转导途径。SOS 途径在植物耐盐中起关键性的调控作用,同时也控制着离子的动态平衡,介导了盐胁迫下细胞内 Na^+ 的外排及 Na^+ 向液泡内的区域化分布。耐盐基因 *SOS1*、*SOS2* 和 *SOS3* 等参与介导了细胞内离子平衡的信号转导途径。

例三:抗病信号转导。植物对病原物的抗性可以通过诱导产生或增强。当病原体激发子被 *R* 基因认识以后几分钟,复杂的信号途径转导就开启,引起信号传递串联,最后导致防御反应。这个串联使质膜透性迅速变化,*R* 基因刺激 Ca^{2+} 和 H^+ 流入细胞,K^+ 和 Cl^- 流出细胞,Ca^{2+} 流入激活氧化爆发,直接作用于防御和其他反应的信号。刺激病原体信号转导途径的其他组分包括 NO、促分裂原活化蛋白激酶、钙依赖蛋白激酶、茉莉酸和水杨酸等。此外,在局部的过敏反应处植物还产生一类信号分子,顺着韧皮部传递到整株,并使植物对更多种病原微生物产生拮抗作用,产生系统获得性抗性(SAR)。原始侵染几天后,SAR 就会发展,增加某些防御化合物水平,如几丁质酶及其他水解酶;作为 SAR 内在信号的水杨酸,原始侵染后不久,在侵染处就增多,便在其他部分建立起 SAR,诱导植株抗病性。

6. 答:高温对植物的伤害及植物抗热的机制如下。

高温对植物的伤害主要有:

(1) 直接伤害 ① 蛋白质变性:高温易使维持蛋白质空间构型的氢键和疏水键断裂,破坏蛋白质的空间构型。② 膜脂液化:高温下构成生物膜的蛋白质与脂质之间的键断裂,使脂质脱离膜而形成一些液化的小囊泡,破坏膜结构,导致膜丧失选择透性与主动吸收的特性。

(2) 间接伤害 ① 代谢性饥饿:植物处于温度补偿点以上的高温下,呼吸大于光合,呼吸增强易造成植物体饥饿。② 有毒物质累积:高温时,植物组织无氧呼吸增强,积累乙醛、乙醇等有毒物质;高温抑制氮化物的合成,大量游离 NH_3 积累,毒害细胞。③ 蛋白质破坏:高温下,不仅蛋白质降解加速,而且合成受阻。④ 生理活性物质缺乏:高温使某些生化反应受阻,植物生长所必需的活性物质(如维生素、核苷酸、激素等)不足,导致生长不良或引起伤害。

植物抗热的机制:

(1) 抗热性强的植物,体内蛋白质对热稳定,即在高温下仍能维持一定的正常代谢。凡是含疏水键、二硫键越多的蛋白质,在高温下越不易发生不可逆的变性与凝聚。

(2) 抗热植物体内的核酸也有一定热稳定性,维持正常的蛋白质合成,从根本上保证蛋白质的代谢与更新。

(3) 抗热性强的植物,有机酸代谢旺盛,消除因蛋白质分解而释放的 NH_3 的毒害,提高抗热能力。

(4) 高温下诱导合成的热激蛋白具有分子伴侣的作用,与变性蛋白质结合,维持它们的可溶状态;或阻止错折叠,使错折叠得到合适的折叠,恢复原有的空间构象和生物活性,有利于物质转运过膜,提高细胞的抗热性。

7. 答:热激蛋白表达自我调节机制的可能模式如下。

高温下诱导合成的热激蛋白,使植物表现出较好的抗热性。热激蛋白表达自我调节机制的一种可能模式是:在细胞遇到热胁迫而不致死的高温时,其他蛋白的翻译急剧下降或停止,而 HSP 却急剧增加。这种热激响应被热激因子(HSF)介导,起着 HSPmRNA 转录作用。正常生理

条件下，HSF 以单体形式存在于细胞质或细胞核内，不具有与 DNA 结合和直接转录的能力。当热胁迫时，HSF 单体在核内组装成 HSF 三聚体，与 DNA 的热激元件 HSE 结合，刺激热激蛋白 mRNA 转录，翻译成为热激蛋白。HSF 三聚体一旦与 HSE 结合，HSF 就磷酸化。HSP70 与磷酸化 HSF 三聚体结合，复合体解离，回转到 HSF 单体。

8. 答：干旱的类型及干旱对植物的伤害如下。

根据引起水分亏缺的原因，可将干旱分为 3 种类型：① 大气干旱。高温、强光、大气相对湿度过低（10% ~20%），导致植物的蒸腾强烈，失水量大于根系的吸水量，造成植物体内严重水分亏缺。② 土壤干旱。土壤中可利用水缺乏，植物根系吸水困难，体内水分亏缺严重，正常的生命活动受到干扰，生长缓慢或完全停止。③ 生理干旱。由于土壤温度过低、土壤溶液离子浓度过高或土壤缺氧或土壤存在有毒物质等因素的影响，使根系正常的生理活动受到阻碍，不能吸水而使植物受旱的现象，其实质是 $\psi_{w植} > \psi_{w土}$。

植物受到旱害后，造成原生质严重脱水，引起一系列生理生化代谢紊乱，如果持续过久，就会导致植物死亡。主要危害有：① 破坏了细胞膜的有序结构，膜脂分子结构呈无序的放射状排列，膜上出现空隙和龟裂，膜透性增大。② 分生组织细胞分裂减慢或停止，细胞伸长受到抑制，生长速率大大降低。③ 随土壤水势降低，光合速率显著下降。④ 破坏了正常代谢过程，抑制合成代谢，加强分解代谢。呼吸作用加强，氧化磷酸化解偶联，P/O 比值下降，ATP 产出减少；改变了植物内源激素平衡，ABA 大量增加，乙烯合成加强，CTK 合成受抑制；蛋白质合成减少，降解加快，游离氨基酸增多，特别是 Pro 增多；细胞内 DNA 和 RNA 大量降解。⑤ 体内水分重新分配，干旱胁迫时，幼嫩器官从老年器官夺取水分，促使植株早衰。⑥ 细胞原生质机械损伤，干旱对细胞的机械损伤是造成植株死亡的重要原因。

植物从形态和生理两方面来提高抗旱性。

（1）形态特征　① 根系发达、深扎，根冠比大；② 叶片细胞体积小或体积/表面积比值小；③ 叶片气孔多而小，叶脉较密，输导组织发达，茸毛多，角质化程度高或脂质层厚。

（2）生理特征　① 细胞渗透势较低，吸水和保水能力强；② 原生质有较高的亲水性、黏性与弹性，既能抵抗过度脱水，又能减轻脱水时的机械损伤；③ 缺水时，正常代谢活动受到的影响小，合成反应仍占优势，水解酶类活性变化不大，减少生物大分子的破坏，使原生质稳定，生命活动正常；④ 合成干旱诱导蛋白，提高植物对干旱的耐胁迫能力。

9. 答：抗涝植株的特征如下。

（1）形态特征　发达的通气系统是抗涝性强的植物最明显的形态特征，通过发达的通气组织可以将地上部分吸收的 O_2 输送到根部或缺氧部位。

（2）生理特征　抗涝主要是抗缺 O_2 带来的危害。有些植物在淹水时改变呼吸途径，开始缺 O_2 刺激糖酵解途径，但以后磷酸戊糖途径占优势，从根本上消除有毒物质的形成。如，水稻根内乙醇氧化酶活性很高以减少乙醇的积累，提高有氧呼吸的能力；玉米根缺 O_2 时，通过细胞色素 c 的活性提高来维持线粒体膜上的电子传递。

（3）厌氧多肽　淹水缺氧产生新的厌氧蛋白质或多肽。一些厌氧多肽是糖酵解与糖代谢的调节酶，这些酶的出现会产生 ATP，供应能量；也通过调节碳代谢以避免有毒物质的形成和累积。

10. 答：植物抗盐的适应机制及提高途径如下。

植物对盐渍环境的适应机制主要有避盐和耐盐两种方式。

(1) 植物可以通过拒盐、排盐和稀盐3种途径,避免盐分过多的伤害,这种对盐渍环境的适应能力称为避盐性。某些植物细胞原生质对某些盐分的透性很小,根本不吸收或很少吸收某些离子,通过拒盐避免盐分的胁迫。某些植物吸收盐分后并不存留在体内,而是主动通过茎叶表面上的盐腺和盐囊泡排出体外,通过排盐避免盐分的胁迫。某些植物将吸收到体内的盐分加以稀释,通过稀盐避免盐分的胁迫。稀盐一是通过快速生长,细胞大量吸水或增加茎叶的肉质化程度使组织含水量提高;二是通过细胞的区域化作用将盐分集中于液泡,使水势下降,保证吸水,从而降低细胞质 Na^+ 浓度。

(2) 植物通过本身的生理代谢变化来适应或抵抗进入细胞盐分的危害。这种对盐渍环境的忍耐能力称为耐盐性。包括:① 耐渗透胁迫:植物受到盐胁迫时,通常在细胞内积累蔗糖、脯氨酸、甜菜碱等渗透保护物质来降低细胞的渗透势。通过渗透调节适应由盐渍而产生的水分逆境。② 耐营养缺乏:有些植物在盐渍时增加对 K^+ 的吸收;某些蓝绿藻在吸收 Na^+ 的同时增加对氮素的吸收。维持营养元素平衡,耐营养缺乏。③ 代谢稳定,具有解毒作用:某些植物在较高的盐浓度中仍能保持一定酶活性,维持正常的代谢过程;有些植物在盐渍环境中诱导形成二胺氧化酶,分解有毒的二胺化合物(如腐胺、尸胺等),消除其毒害作用。④ 渗调蛋白:盐渍时能诱导出一些渗调蛋白,有利于降低细胞的渗透势和防止细胞脱水,提高植物对盐胁迫的抗性。

提高植物抗盐性途径主要有:① 抗盐锻炼:用一定浓度的盐溶液处理种子提高植物抗盐性。② 使用生长调节剂:利用生长调节剂促进植物生长,稀释其体内盐分。如,在含0.15% Na_2SO_4 土壤中的小麦生长不良,但在播前用IAA浸种,小麦生长良好。③ 培育抗盐作物。④ 改造盐碱土:合理灌溉,泡田洗盐;增施有机肥,种植耐盐碱植物。

11. 答:病害对植物的影响主要有:① 水分平衡失调,出现萎蔫、猝倒等症状。② 呼吸速率明显升高,往往比健康植株高10倍。③ 光合作用降低。④ 植物组织在染病过程中某些激素会明显升高,其中以IAA最为突出。⑤ 同化物正常运输受阻,碳同化物较多地运向染病部位,这与染病部位组织呼吸升高直接有关。

抗病的生理基础主要表现在:① 形态结构屏障 有些植物在组织表面有蜡被,叶毛可以阻止病原菌到达角质层,减少侵染。有些植物如三叶橡胶老叶有坚厚的角质层保护,能抵抗白粉病菌的侵染。② 氧化酶活性加强:当植物体被侵染时,该部分组织的氧化酶活性加强,以抵抗病原物。例如叶片呼吸旺盛、氧化酶活性高的马铃薯品种,对晚疫病的抗性较大;过氧化物酶、抗坏血酸氧化酶活性高的甘蓝品种,对真菌病害的抵抗力也较强。③ 组织局部坏死:抗病植物的细胞与病原菌接触后,会形成广谱的过敏响应,组织坏死,使病原体得不到合适的环境而死亡。此外,在过敏响应之前,受侵染细胞附近时常产生活性氧,包括 O_2^-,H_2O_2 和 $\cdot OH$,启动一些有机分子自由基链反应,导致脂质过氧化作用、酶钝化和核酸降解,活性氧作为过敏反应一部分使细胞死亡或直接杀死病原体。④ 抑制物质产生:植物体内产生一些对病原物有抑制作用的物质,如植保素、木质素、病程相关蛋白、几丁质酶、$\beta-1,3-$葡聚糖酶、植物凝集素、酚类化合物等,它们对病原菌均有明显的抑制作用和溶菌作用,使植物有一定的抗病性。

12. 答:干旱诱导蛋白是指植物在受到干旱胁迫时新合成或合成量增加的一类蛋白质。

干旱诱导蛋白按其功能可分为两大类:一大类是功能蛋白,其在细胞内直接发挥保护作用,主要包括离子通道蛋白、LEA蛋白、渗调蛋白、代谢酶类等;另一大类是调节蛋白,其参与水分胁迫的信号转导或基因的表达调控,间接起保护作用,主要包括蛋白激酶、磷脂酶C、磷脂酶D、G

蛋白、钙调素、转录因子和一些信号因子等。

干旱诱导蛋白的组成有以下共同特点:① 富含脯氨酸、甘氨酸和亲水性氨基酸,不含半胱氨酸和色氨酸;② 大都表现出高度的亲水性和很好的热稳定性;③ 干旱诱导蛋白可以被诱导,并且没有组织专一性。其功能主要有:① 增强植物耐脱水能力;② 参与渗透调节和水分运输;③ 保护细胞结构;④ 分子伴侣的作用,通过与变性或异常的蛋白质结合防止它们凝聚,或对在水分胁迫时错误折叠的蛋白质恢复天然构象,避免细胞膜结构损伤。除了以上功能外,某些干旱诱导蛋白还有其他功能,如蛋白酶、核蛋白、蛋白抑制剂以及在信号传递过程中起作用的蛋白质激酶、RNA 结合蛋白等。

10.5 启发性思考题

假如在我国西北某一地区,利用植物防治土地沙漠化。请你制定一个合理的植物引种和栽培计划,并简要说明要考虑哪些因素及其理由。

第 11 章　植物生理学的分子基础和应用

11.1　学习内容要求

11.1.1　了解内容

1. 基因工程。
2. 植物基因的分离。

11.1.2　熟悉内容

植物细胞基因组类型。

11.1.3　掌握内容

植物生理学与分子生物学及其基因工程。

11.2　学习内容提要

11.2.1　基本内容

分子生物学基本内容主要涉及构成生物体的生物大分子结构和功能的研究，特别是核酸、蛋白质、酶等的结构、功能及其相互作用等运动规律的研究来揭示生命现象的本质。植物分子生物学的研究侧重于阐明植物基因的结构、各种元件的功能、基因表达的调控、植物生长发育与代谢过程的分子机制以及植物基因工程等方面。

1. 植物细胞基因组类型

植物细胞含细胞核、线粒体和叶绿体 3 个基因组。结构基因的编码区有数个外显子，其间插入着内含子。在距离转录点上游有一个启动区域，启动子序列因不同的基因有明显的差异，但是其中存在 TATA 框和 CAAT 框等共同序列。在上游区还有调节元件区，起着增强子和沉默子的功能。调节元件中含有转录因子的结合位点，转录因子则是可以调节转录速率的蛋白质。转录因子指导 RNA 聚合酶Ⅱ结合到 RNA 上的转录起点。

核 DNA 通过 RNA 聚合酶Ⅱ转录生成前 mRNA，再进一步加工成为成熟的 mRNA。叶绿体基因组 DNA 为环状结构。

2. 植物基因的分离

要分离某一个特定基因，首先要建立基因组 DNA 文库和 cDNA 文库两类。克隆的载体通常

是质粒或噬菌体。用抗体探针或 DNA 探针筛选阳性菌落或噬菌体。此外,还可以利用互补法或转座子标记分离基因。

3. 基因工程

基因工程中,常用 Ti 质粒作为携带基因的载体,构建含有外源基因的重组质粒,并连接上启动子,通过大肠杆菌的克隆扩增这些载体。通常利用根癌农杆菌侵染叶圆片或原生质体进行转化,在培养基中加入抗生素筛选出已转化的细胞,使一些转化成功的细胞形成愈伤组织,将其再生为完整的转基因植株。

4. 植物生理学与分子生物学及其基因工程

分子生物学手段的应用使植物生理学的研究手段和内容更深更广,在植物细胞壁的结构与功能、光合作用、呼吸代谢、植物冠瘿瘤的发生、植物激素作用机制、种子发育和成熟、衰老及基因工程等领域都带来了丰硕成果。利用植物基因工程技术,能改良作物蛋白质成分,提高作物中必需的氨基酸含量,培育抗病毒、抗虫害、抗除草剂工程植株及抗盐、抗旱等抗逆境植株。

11.2.2 重点内容

1. 分子生物学及基因工程在植物生理学中的应用。
2. 植物细胞的基因组与植物组织或细胞的转化。

11.3 自 测 试 题

一、名词解释

1. 基因工程
2. 基因家族
3. 基因突变
4. 基因组
5. 报告基因
6. 外显子
7. 内含子
8. 启动子
9. 转录因子
10. 增强子
11. 转座子
12. 抗体探针
13. DNA 探针
14. 突变体
15. 限制性内切酶
16. 沉默子
17. 聚合酶链(式)反应
18. cDNA 文库
19. 模板链
20. 载体
21. 分子杂交
22. 分子克隆
23. 反义 RNA

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. *SAGs*
2. λphage
3. ERS
4. *LEAs*
5. *GUS* 基因
6. mtDNA
7. *CaMV* 35*S*
8. *rbcL*
9. *rbcS*
10. GFP

11. PCR　　12. ctDNA

13. RNA polymerase　　14. gene tagging

15. gene library　　16. exon

17. intron　　18. carrier

三、填空题

1. 转录因子是可以调节_____的蛋白质。

2. 常用的载体有：_____、_____和_____。

3. *Arabidopsis thaliana* 核基因组长度_____bp，叶绿体基因组约_____bp，线粒体基因组约_____bp。

4. 在质粒载体、λ 噬菌体载体和黏粒载体中，可携带外源 DNA 片段最大的是_____。

5. 双链 DNA 中只有_____被转录。

6. 核基因组 DNA 的转录由_____特定的_____催化。

7. 植物细胞含_____、_____和_____3 个基因组。叶绿体基因组 DNA 为_____结构。

8. 植物线粒体基因组通常由_____和_____DNA 分子组成。

9. 根据 DNA 材料的来源，基因文库分为_____和_____两种类型。

10. 在用琼脂糖凝胶电泳分离 DNA 片段时，常用_____染色。

11. 从印迹上筛选所需要的菌落或噬菌体的探针有_____和_____两类。

12. 分离一些编码未知蛋白的基因可以采用_____法。

13. 转座子是可以在植物基因组中_____的 DNA 序列。

14. 用插入转座子搜寻基因的方法叫_____法。

15. 基因突变是指_____变异，这种变异能产生一个_____表型，有_____和_____两种。

16. 基因工程 3 个关键的要求：_____；_____；_____。

17. 天然 Ti 质粒 DNA 可分为_____个区域，_____、_____、_____和_____。

18. 农杆菌转化载体一般有_____和_____两类。

19. 带有外源基因的农杆菌转化细胞的常用方法主要包括_____、_____及_____等。

20. 转移到植物细胞中的任何基因必须连接上合适的_____序列才能表达。

21. 植物基因中，不同的基因需要的 5′上游区相应的启动子可分成_____、_____和_____3 类。

22. 大肠杆菌基因启动子中的 Pribnow box 是_____的结合位点。

23. 有一种顺式作用元件（cis - acting element）位于基因 5′上游或 3′下游远离转录起始点处，甚至位于基因内部，它可促进基因表达，这种顺式作用元件称为_____。

24. 有些转录因子含有锌指结构域，锌指结构域的作用是_____。

25. 通过 PCR 扩增 DNA 时，反应体系中除了有 DNA 模板、4 种 dNTPs、耐热 DNA 聚合酶、适

当的缓冲液、Mg^{2+}、K^{+}、酶活性保护剂外，还必须有_____。

26. 根癌农杆菌等细菌中具有编码催化_____和_____合成的酶的基因。

27. 在植物基因工程中常用的转基因方法有_____、_____、_____和_____。

28. Rubisco 由_____大亚基和_____小亚基组成。大亚基基因由_____基因编码，小亚基基因由_____基因编码。

四、选择题(单选和多选)

1. 纯化基因组 DNA 必须切割成合适大小的片段才能与载体构成重组，一般常用的切割方法有(　　)。

A. 物理剪切法　　B. 化学法　　C. 限制性内切酶消化法　　D. 生物法

2. DNA 甲基化的意义是(　　)。

A. 鉴别需修复的损伤 DNA　　B. 保持物种基因型

C. 鉴别转录起点　　D. 区别复制后的核酸链

3. 选出所有正确的叙述。(　　)

A. 基因的编码区有数个外显子　　B. 内含子通常被翻译

C. 植物细胞中只含有一个基因组　　D. 质粒是环状的

4. 当生物复杂性增加时，基因组的哪些参数会增加？(　　)

A. 基因组大小　　B. 基因的数目

C. 基因组中的基因密度　　D. 单个基因的平均大小

5. 典型的叶绿体基因组与 T4 噬菌体基因组相比，前者(　　)。

A. 只有 T4 基因组的 1/10　　B. 与后者大小相差不大

C. 大 10 倍　　D. 大一倍

6. 细胞器(叶绿体与线粒体)基因组：(　　)。

A. 是环状的　　B. 被分为多染色体

C. 包含大量的短 DNA 重复序列　　D. 链状的

7. 植物的线粒体基因组通常由：(　　)。

A. 一个大的 DNA 分子组成　　B. 1 个大的和数个小的 DNA 分子组成

C. 一个小的 DNA 分子组成　　D. 1 个大的和一个小的 DNA 分子组成

8. 内含子存在于：(　　)。

A. 启动子上游　　B. 外显子之间

C. 沉默子附近　　D. 增强子附近

9. TATA 框存在于(　　)。

A. 每个聚合酶Ⅱ启动子处　　B. 大多数个聚合酶Ⅱ启动子处

C. 每个聚合酶Ⅲ启动子处　　D. 少数个聚合酶Ⅱ启动子处

10. 重组 DNA 包括：(　　)。

A. 特定重复序列　　B. 一个相关重复序列的家族

C. 许多类重复数量不等的序列　　D. 多个相关重复序列的家族

五、是非判断题

1. DNA 甲基化程度高有利于基因表达。(　　)

2. DNA 克隆载体上的多克隆位点是为了同时连接多个外源 DNA 片段。( )

3. 与原核生物基因不同,真核生物中的基因都是单拷贝的。( )

4. 转录是一个以半保留方式产生两条相同 DNA 链的过程。( )

5. 在转录起始位点,形成第一对 RNA - DNA 杂交体的碱基对,这个碱基对在模板链上的碱基对为嘧啶。( )

6. 每一个基因都可以产生一种相应的蛋白质产物。( )

7. 线粒体基因使用的遗传密码中有些与核基因使用的不同。( )

8. 典型的叶绿体基因组与 T4 噬菌体基因组相比只有 T4 基因组的 1/10。( )

9. 细胞器基因组有的是环状的。( )

10. 光敏色素基因的表达受光影响。照光后植物光敏色素含量明显增加,而在暗中含量有时会有所减少。( )

11. Ti 质粒能够从土壤农杆菌转移到植物细胞中。( )

12. 转化的植物细胞不能无限的培养。( )

13. 能使外源基因在植物的各个部位高效表达的启动子是来自花椰菜花叶病毒的 *CaMV 35S* 启动子。( )

14. 高等植物 Rubisco 大亚基基因由核基因编码。( )

15. 叶绿体基因组有两个大的单一序列区域。( )

六、简答题

1. 描述结构基因的基本结构。

2. 描述从前 mRNA 到成熟 mRNA 的加工过程。

3. DNA 分子标记有何用途?

4. 何谓转录因子? 不同的转录因子具有哪些相同的独特结构?

5. 控制植物开花过程的基因类型有哪些?

6. 如何通过基因工程关闭植物细胞中的某个基因的表达?

7. 简述叶绿体基因组的特点。

8. 质粒载体上携带抗生素抗体基因的目的何在?

9. 一个理想的质粒载体应具备哪些条件?

10. 什么是基因突变? 基因突变的类型及其产生的可能途径是什么?

七、论述题

1. 如何利用农杆菌将外源目的基因转化植物细胞,并获得转基因植物?

2. 在基因工程中,如何将 Ti 质粒构建为转化载体?

3. 在有了某种蛋白质的抗体的条件下,如何利用这种抗体分离编码该蛋白质的基因?

4. 基因文库的含义是什么? 有哪些类型? 各有何特点?

5. 如何育成推迟成熟的番茄?

6. Rubisco 的基因表达和调控在光合作用中有何意义?

7. 拟南芥的几个光敏色素基因分别称为什么? 光如何影响光敏色素基因的表达?

8. 根癌农杆菌感染植物受伤部位,为什么会诱导形成冠瘿瘤?

11.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 基因工程(genetic engineering):通过人工手段将外源基因导入植物基因组中,有目的地改造生物种性。

2. 基因家族(gene family):一些编码某个结构和功能蛋白的结构基因常组成一个基因家族。

3. 基因突变(gene mutation):是指永久影响到染色体的遗传性变异,这种变异能产生一个突变表型。它有诱发突变和启发突变两种。

4. 基因组(genome):是指生物个体的遗传信息的载体 DNA 分子所携带的遗传信息的总和。

5. 报告基因(reporter gene):通常指用于检测组装的嵌合基因在导入细胞后是否具有功能的一种指示基因,一般是编码在离体条件下易于检测的酶。

6. 外显子(exons):真核生物基因中有编码意义的 DNA 片段。

7. 内含子(introns):真核生物基因中无编码意义的 DNA 片段。

8. 启动子(promoter):在转录起始之前 RNA 聚合酶结合的 DNA 序列,通过位于一个基因转录始点的上游。

9. 转录因子(transcription factor):可以调节转录速度的蛋白质。

10. 增强子(enhancer):是真核细胞中通过启动子来增强转录的一种远端控制元件。

11. 转座子(transposon):是基因组可移位的遗传因子。

12. 抗体探针(antibody probe):能识别待筛选克隆中的基因所编码的蛋白质的抗体。

13. DNA 探针(DNA probe):能与待筛选克隆中的 cDNA 配对结合的 DNA,以其为特定探针能从印迹上筛选所需要的菌落或噬菌体的探针。

14. 突变体(mutant):是指某个有机体的某一表型特征与野生型不同的个体称为突变体。突变体的产生需要碱基顺序发生变化。

15. 限制性内切酶(restriction endonuclease):是一类能识别双链 DNA 中短的特定碱基序列,并在识别序列内或旁侧一定距离内特异切割双链 DNA 的核酸水解酶。

16. 沉默子(silencer):由于 SIR 基因的存在引起 DNA 片段发生异染色质化抑制基因转录的结构。

17. 聚合酶链(式)反应(polymerase chain reaction,PCR):一种快速体外基因扩增技术。

18. cDNA 文库(cDNA library):以 mRNA 分子为模板,在体外由反转录酶催化生成的单链 DNA 群体称为 cDNA 文库。

19. 模板链(template strand):DNA 双链中被转录的一条链。

20. 载体(carrier):是指能承载外源 DNA 片段(基因)带入受体细胞的传递者。

21. 分子杂交(molecular hybridization):指亲缘关系相近的不同来源的 DNA 单链或 DNA 单链与 RNA 单链之间通过碱基互补形成杂交分子的过程。

22. 分子克隆(molecular cloning):通过一定方法把某一基因或 DNA 片段进行繁殖,从而获得大量拷贝的过程。

23. 反义 RNA(antisense RNA):由基因的非模板链作模板合成的、可以与 mRNA 互补的、抑

制 mRNA 的剪接加工及翻译的 RNA。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. *SAGs*:衰老相关的基因
2. λphage:λ 噬菌体
3. ERS:乙烯响应传感器
4. *LEAs*:后期胚胎发育基因
5. *GUS* 基因:来自于大肠杆菌中编码 β-葡糖醛酸糖苷酶基因
6. mtDNA:线粒体基因组
7. *CaMV 35S*:花椰菜花叶病毒启动子
8. *rbcL*:Rubisco 大亚基基因
9. *rbcS*:Rubisco 小亚基基因
10. GFP:绿荧光蛋白
11. PCR:多聚酶链(式)反应
12. ctDNA:叶绿体体基因组
13. RNA polymerase:RNA 聚合酶
14. gene tagging:基因标记
15. gene library:基因文库
16. exon:外显子
17. intron:内含子
18. carrier:载体

三、填空题

1. 转录速率
2. 质粒　λ 噬菌体　黏粒载体
3. 125×10^6　154×10^3　367×10^3
4. 黏粒载体
5. 模板链
6. 3 个　RNA 聚合酶
7. 细胞核　叶绿体　线粒体　环状
8. 一个大的　数个小的
9. 基因组文库　cDNA 文库
10. 溴化乙啶
11. 抗体探针　DNA 探针
12. 互补
13. 可以移动
14. 基因标记法
15. 永久影响到染色体的遗传性　突变　诱发突变　自发突变
16. 含有目的基因的外源 DNA　能携带该基因的载体　将载体导入受体细胞中的手段
17. 4　T-DNA 区　vir 区　con 区　ori 区

18. 共整合载体　双质粒载体

19. 叶圆片法　整株感染法　原生质体和农杆菌共培养法

20. 启动子

21. 组成型启动子　组织或器官特异性启动子　诱导型启动子

22. RNA 聚合酶

23. 增强子

24. 与 DNA 结合

25. 引物

26. 生长素　细胞分裂素

27. 根癌农杆菌转化　基因枪　PEG 介导法　电穿孔法

28. 8　8　叶绿体　细胞核

四、选择题(单选或多选)

1. A、C　2. B　3. A、D　4. A、B、D　5. B　6. A　7. B　8. B　9. B、C　10. C

五、是非判断题

1. (√)　2. (×)　3. (×)　4. (×)　5. (×)　6. (×)　7. (√)　8. (×)　9. (√)　10. (×)　11. (√)　12. (×)　13. (√)　14. (×)　15. (×)

六、简答题

1. 答:一个结构基因的基本结构包括:转录起点左侧的 DNA 区域为 5′端或上游,右侧为 3′端或下游。基因的编码区通常有外显子;内含子;在转录起点上游有一个启动子区域,TATA 框,CAAT 框;在上游区有调节元件区,含有几段序列,起着增强子和沉默子功能。

2. 答:从前 mRNA 到成熟 mRNA 的加工过程描述如下。

前 mRNA 形成后,其中的内含子部分要被加工切去,外显子部分则被拼接(splicing)起来。接着,前 mRNA 的 3′末端的 poly(A)附加信号(poly (A) addition signal)的以后部分被核酸内切酶切去,并在剪切点处接上一个 250bp 的 poly(A)尾部,最终生成一个成熟的 mRNA 分子。

3. 答:DNA 分子标记的用途如下。

① 制作遗传图谱;② 杂交育种;③ 基因的定位克隆;④ 亲缘关系鉴定,如亲子鉴定;⑤ 疾病诊断。

4. 答:转录因子是可以调节转录速率的蛋白质。不同的转录因子具有锌指结构和亮氨酸拉链。

5. 答:植物控制开花过程的基因,根据作用阶段的不同可分为两类:开花决定基因和花器官决定基因。控制茎端分生组织转变为花序分生组织的基因称为开花决定基因,它的表达影响着开花的早晚;单、双基因突变,基因序列分析及表达模式和转基因的研究表明,这些基因在控制和启动开花过程中起着重要作用。

6. 答:通过基因工程关闭植物细胞中的某个基因的表达如下。

转基因研究中,除了企图使外源基因得以表达外,使转基因植物表现出新的特征,有时转化外源基因的目的是阻遏转基因植物中特殊基因的表达,而使植物的某个固有特性减弱或消失,通过“逆向遗传学”途径确定基因的功能。要减弱或完全阻断某个基因的表达,是通过合成的该基因编码的 mRNA 的互补 RNA,即反义 RNA 来实现的。植物细胞内 mRNA 通常是单链的形式,如

果细胞中存在与之互补的反义 RNA 链，这二者就会结合成双链的 RNA，进而使 mRNA 失去编码蛋白的能力。

7. 答：叶绿体基因组的特点如下。

其大小为 140 ~ 200 kb，分 4 个区，所含基因与叶绿体基因表达及光合作用有关，与原核生物基因相似；许多基因具有操纵子模式，但含有内含子。

8. 答：质粒载体上携带抗生素抗体基因的目的是：常用来作为选择标记，利用细菌是否由耐药转变为敏感，就可知道质粒中插入了外源基因与否，以此作为 DNA 是否重组的筛选标记。

9. 答：一个理想的质粒载体应具备的条件是：较小，带有松弛型复制子，多个内切酶的单一切点，有易检测的性状。

10. 答：基因突变和基因突变的类型及其产生的可能途径如下。

基因突变是指永久影响到染色体的遗传性变异。这种变异能产生一个突变表型。基因突变的类型包括诱发突变和自发突变。产生的可能途径有：① 插入的不能正确配对的碱基未被除去；② 插入的一个异构化的碱基在紧接着的复制中可以发生替换；③ 先插入的碱基发生化学变化，成为具有不同配对特性的碱基；④ 在复制期间一个或多个碱基的漏减或插入。

七、论述题

1. 答：利用农杆菌将外源目的基因转化植物细胞，并获得转基因植物的方式如下。

① 将外源目的基因与共整合质粒载体或双元质粒载体连接；② 通过三亲交配或 DNA 直接导入法使质粒载体进入根癌农杆菌；③ 用农杆菌感染受体植物细胞；④ 筛选被转化的阳性细胞；⑤ 组织培养长成再生植株；⑥ 多方面鉴定，并证明新性状能稳定遗传。根癌农杆菌是一类具有转化植物能力的土壤细菌。

2. 答：在基因工程中，将 Ti 质粒构建为转化载体的方式如下。

首先把原有的天然 Ti 质粒进行改造，即：① 切除致瘤基因，有利于组织培养和植株再生；② 增加能引入外源基因的单一限制酶切位点；③ 插入选择性标记基因，通常采用抗生素抗性标记；④ 装配一个高效启动子，通常可用植物核基因或 T - DNA 上的章鱼碱和胭脂碱合成酶基因启动子；⑤ 组建一个植物基因或 T - DNA 的终止信号。

3. 答：在有了某种蛋白质的抗体的条件下，利用这种抗体分离编码该蛋白质的基因的方法如下。

先使印迹在膜上的细菌破裂（噬菌体载体不需要破裂过程），以释放出其中的蛋白质。细菌或噬菌体释放出的蛋白质结合在印迹膜上，再用抗体溶液孵育印迹膜，抗体可以专一识别并结合到相应的蛋白上，随后用放射性第二抗体来识别上述的第一抗体，即将印迹膜与放射性第二抗体孵育一段时间后，洗净并干燥印迹膜，用 X - 射线胶片曝光。通过自显影确定阳性菌落所在的位置，进一步确定琼脂板上的阳性克隆的位置。

4. 答：基因文库的含义、类型及其各自的特点如下。

将来自一个有机体的不同的随机 DNA 序列片段与载体重组，转化后得到该物种基因组的一群重组体克隆。基因文库分基因组 DNA 文库（含该物种的全部 DNA 序列，相对较大）和 cDNA 文库（仅含可表达的 DNA 序列，相对较小）。

5. 答：育成推迟成熟的番茄的方法如下。

在成熟果实中，ACC 合成酶（ACS）和 ACC 氧化酶（ACO）活性明显升高，导致乙烯大量

释放，以促进果实成熟。乙烯生成的增加是这两个酶 mRNA 表达的结果。在绿色果实中，这两型基因皆不表达，一旦果实开始转红，就开始表达，到果实完全变红时，其表达量达到最大。*ACO* 基因也为多基因家族所编码。*ACO* 的基因工程技术抑制乙烯的生成，在延缓呼吸跃变型果实如瓜类、梨、猕猴桃、苹果、蜜桃、鳄梨，以及花卉的衰老中将发挥重要的作用。为了育成推迟成熟的番茄，可采用如下方法：① 使转基因植物乙烯产生的能力下降，即构建与番茄成熟的相关基因 *pTOM13*（乙烯的产生和 *pTOM13* mRNA 的表达量有正相关性）的反义 *pTOM13*，将其导入番茄，使乙烯产生的能力明显下降，进而延缓番茄果实成熟。② 使转基因植物表现出对乙烯不敏感，通过在植物体内表达反义 *ETR1* 基因（乙烯的受体），可使转基因植物表现出对乙烯不敏感的症状，如幼苗失去乙烯的三重反应，果实和花的衰老推迟，且乙烯也不能刺激其加快成熟。

6. 答：Rubisco 的基因表达和调控在光合作用中的意义如下。

Rubisco 是叶绿体内进行光合 CO_2 固定的关键酶，是地球上最丰富的蛋白质，几乎占植物可溶性蛋白的一半，分布在叶绿体间质中，其表达与调控直接与植物光合作用的强弱密切相关。Rubisco 由 8 个大亚基和 8 个小亚基组成。大亚基基因（*rbcL*）由叶绿体基因编码，小亚基基因（*rbcS*）由核基因编码，前者在叶绿体内合成，后者在细胞质内合成，然后进入叶绿体，加工并与大亚基结合，组装成全酶。真核生物 *rbcL* 和 *rbcS* 的表达很复杂，全酶的形成包括大、小亚基的合成（基因表达）、加工和组装三步，全部过程需要两个基因组的协同表达。每一个 ctDNA 分子中都有一个 *rbcL*，核 DNA 的 *rbcS* 也有很多个，属于多基因家族。*rbcS* 的表达在叶中最高，根中没有，其他器官中均很低。*rbcL* 和 *rbcS* 的表达有器官的特异性，且受发育的调节。光诱导 *rbcL* 的表达，在叶绿体发育过程中也有变化。转录水平的调控是总的调控，个别基因的表达受到各自启动子强弱的影响。光也影响大多数植物的 *rbcS* 的表达。光的作用由光敏色素和隐花色素介导，*rbcS* 表达的调节主要发生在转录水平上。

7. 答：拟南芥的几个光敏色素基因的名称、光影响光敏色素基因的表达如下。

拟南芥基因组含有 5 个光敏色素基因，分别称为 *PHYA*，*PHYB*，*PHYC*，*PHYD*，*PHYE*。光敏色素基因的表达受光影响，即照光后植物光敏色素含量明显减少，暗中含量有时会有所增加。拟南芥中 *PHYA* mRNA 占可检测总转录物的 90%，*PHYB* 和 *PHYC* 各占 5%。光下 *PHYA* mRNA 含量减少，受光负调节，而 *PHYB* 和 *PHYC* 的表达基本上不受环境光条件而变化。黄化拟南芥植株中，光敏色素 A 丰度最高，它与光敏色素 B 和光敏色素 C 的比例为 500∶10∶1。当用红光或白光照射后，光敏色素 A 水平急剧下降。24 h 恒定照光后，A∶B∶C = 5∶10∶1。光敏色素 A 的 mRNA 转录本在红光或白光照射后下降，且随照光时间延长，下降增剧。红光导致的光敏色素 A 的 mRNA 下降可为远红光逆转。光敏色素 A 可调节它自身基因的表达，这种自身调节是在转录水平上进行的。

8. 答：根癌农杆菌感染植物受伤部位，会诱导形成冠瘿瘤的原因如下。

因为根癌农杆菌中含有一个或几个 Ti 质粒，其 T－DNA 上含有编码催化 IAA 和 CTKs 合成酶的基因，当根癌农杆菌感染植物受伤部位后，两种激素的平衡失调，形成细胞分化失控的冠瘿瘤。

11.5 启发性思考题

1. 植物生理学与植物分子生物学有何关系？
2. 分子生物学及基因工程在现代农业生产中的应用前景如何？

第 12 章　植物生理学与农业应用

12.1　学习内容要求

12.1.1　了解内容

1. 分子农业的概念与现状。
2. 抗除草剂基因工程。
3. 抗虫基因工程。
4. 抗病基因工程。
5. 改善作物品质的基因工程。
6. 植物生理学在农业上应用的展望。

12.1.2　熟悉内容

1. 设施农业的概念。
2. 设施农业的现状。

12.1.3　掌握内容

1. 光合作用与作物高产。
2. 植物生长物质与适应农业。
3. 环境生理与抗逆栽培。
4. 植物组织培养与农业。

12.2　学习内容提要

12.2.1　基本内容

1. 植物生理学与适应农业

作物种植业的发展史就是一部适应农业的发展史。所谓适应农业，即在自然的气候、土壤或水体中栽培植物的种植方式。我国古代劳动人民通过观察物候的变化安排农事活动，并总结出了农事 24 节气，这些经验对今天的农业生产仍有广泛的指导意义。现代植物生理学诞生后，适应农业有了科学的理论作指导，其农事活动向着精确、定量的方向发展，如适时播种、配方施肥、合理密植、生长发育调控、作物改良、果蔬贮藏与保鲜、智能化全程栽培管理等。前苏联学者季米

里亚捷夫关于“植物生理学是合理农业的基础”这一科学论断是非常正确的。

总之，植物生理学是适应农业的理论基础，光合作用、呼吸作用、水分、矿质、生物固氮、激素代谢、生长发育、有机物运输及逆境生理等均与提高作物产量、改善产品品质、增强抗逆能力和适应能力、减少能量消耗有密切关系。

2. 植物生理学与设施农业

设施农业是指在农业生产上用改变自然环境的措施创造植物最适宜的生长条件，通过各种设施手段使植物地上部和根际环境得以改善，从而实现增加作物产量，改善品质，延长生长季节，提高作物光能利用率，甚至使作物在露地不能生长的季节和环境中正常生长。它是汇集了现代生物技术、农业工程、农用新材料等现代高新技术的成果，并使之科学综合，形成智能化、集约化的农业生产设施，具有科技含量高、产品附加值高、劳动生产率高的现代农业，它的进一步发展与完善将为未来农业的发展开辟广阔的前景。

设施农业对植物生理学的理论研究提出了许多新课题，例如高温、高湿和高密度群体条件下植物生长发育的特点；冬暖式塑料大棚内光照不足、CO_2 不足，甚至成为光合作用和产量的限制因子；还有棚内温度变化大，易发生冷害或热害，棚内潮湿，易发生病害；土壤中有害物质积累等。迄今，植物生理学的系统理论主要来源于对开放系统植物生命活动规律的认识，对设施农业中受控环境下植物生长发育特点的了解相对薄弱。为此，需要掌握设施农业的基本概念及其类型，了解设施农业中受控环境的植物生长发育特点，并能运用植物生理学的科学方法对受控环境下植物生长发育进行调控，掌握设施农业的系统理论体系和作物生产的规范化栽培技术措施。

3. 植物生理学与分子农业

分子农业是应用分子遗传学的原理和方法，通过精巧的基因拼接设计和有效的转基因技术体系，改良作物的抗性、品质，提高作物产量和以转基因植物为生物反应器，在特定的组织器官中生产具有特殊商业价值的生物制品。植物生理学在转基因植物目标性状的改良、转基因植物的大规模栽培、应用植物生物反应器的专业化生产中的理论和实践方面，都有着重要指导意义。

4. 植物生理学在农业上应用的展望

植物生产业发展的依托：一是改造植物遗传性，二是改善栽培技术。要做好这两件事，必须基于对植物生命活动规律的认识。展望现代植物生理学和植物生产业的发展，植物生理学在农业上应用的领域将包括：植物的无性快速繁殖；作物高产优质的生理基础；理想株型和品种的选育和栽培；作物的光能利用和产量形成；作物器官相关关系和人为调控；作物的合理与经济施肥；作物的合理与经济用水；植物激素的应用；微量元素肥料的应用；植物物质运输的调控；作物的群体合理结构与看苗诊断；对植物衰老、器官脱落的调控；种子的安全贮藏和蔬菜、花卉的保鲜；提高作物对不良环境条件的抗性；生物固氮；设施栽培环境的控制等等。在这些环节中，植物生理学都有重要的理论指导作用。

12.2.2 重点内容

1. 本章重点

掌握植物生理学理论知识在现代农业生产中的科学指导作用。这包括：

(1) 植物组织培养技术的发展。

(2) 科学地使用植物生长调节剂。

(3) 作物的生理育种及其高产、抗逆栽培。
(4) 提高作物光能利用率。
(5) 设施农业的规范化栽培。
(6) 转基因植物的生产等。

2. 本章难点
(1) 分子农业的基础理论。
(2) 提高作物抗逆性的生理育种。
(3) 设施栽培中生理问题的解决。

12.3 自测试题

一、名词解释

1. 应用植物生理学
2. 植物次生产物
3. 适应农业
4. 复种指数
5. 甜土植物
6. 分子育种
7. 生理育种
8. 育性转化
9. 干旱信号
10. 分根灌溉
11. 合理灌溉
12. 喷灌
13. 滴灌
14. 节水栽培技术
15. 智能化温室
16. 无土栽培
17. 引种
18. 单倍体育种
19. 抗虫棉
20. 种质资源
21. 合理施肥
22. 配方施肥
23. 原生质体融合
24. 过敏反应
25. 细胞融合
26. 电融合
27. 器官相关性
28. 病程相关蛋白
29. 快繁
30. 分子农业
31. 精量播种
32. 茎尖脱毒
33. 无病毒种苗
34. 植物抗体
35. 绿色革命
36. 人工种子
37. 分子标记辅助选择
38. 愈伤组织
39. 抗虫基因工程
40. 抗病基因工程
41. 胚状体
42. 采后生理
43. 设施农业
44. 人工气候室
45. 代谢工程
46. 代谢组学
47. 几丁质酶
48. 转基因植物
49. 热激蛋白
50. 生物反应器
51. 逆境回避
52. 植物细胞工程

53. 植物化控工程　　54. 宇宙生物学

55. 植物生殖工程

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. PR　　2. PVP

3. PEG　　4. PGR

5. PAL　　6. FAO

7. CGR　　8. DMSO

9. ET　　10. Bt

11. MRL　　12. NPN

13. NFT　　14. GUS

15. IRRI　　16. Ri

17. Ti　　18. MAS

19. TMV　　20. W. P.

三、填空题

1. 作物高产的核心问题就是提高_____。

2. 大面积推广的杂交水稻，取得了显著的增产效果。其高产的优势主要来自于较高的_____、_____、_____。

3. 植物生长抑制剂和生长延缓剂在农业生产上应用较广泛的原因是在使用药剂后，可以形成较合理的群体结构，截获更多的_____，增强抗逆能力，又可节省水肥、_____、_____。

4. 植物对逆境的抗御方式，除了形态上的表现外，还有代谢上的，如抗性植物所具有的特殊的酶或逆境蛋白的_____如热击蛋白，ABA 等物质参与的胁迫信号转导、代谢途径的改变等等。尤其是近年来分子生物学研究深入揭示了植物非生物胁迫反应机制，诸如厌氧胁迫的_____和盐过敏调控的_____表达等。

5. 抗逆性大致有 4 种类型：一_____；二_____；三是受到逆境影响，产生伤害性变化，但_____；四是受到逆境影响，产生伤害性变化，但_____。

6. 两种崭新的节水栽培措施。一是在北方土层较深厚的地区，使小麦根系分为_____，处于浅层较旱土壤中的根系产生_____控制地上部的生长并产生干旱适应特征，而处于深层土壤中的根系汲取_____。二是采用分根区交替灌溉，大大提高了水分利用效率。即对作物一侧的根系_____，保证地上部分对水分的基本要求；而另一侧根系土壤_____，并产生根源干旱胁迫信号_____供给地上部叶片，调节气孔最适开度，减少水分蒸腾而达到节水目的。

7. 应用于生产的化学制剂日益增多，这包括人工合成的各类生长_____、_____、_____、_____、_____等等。

8. 世界上主要的农作物约_____余种，我国约有_____余种，目前，绝大多数已通过组织培养得到了再生植株。近 30 年来利用花药培养生产单倍体植株的技术已被广泛应用到_____个科_____个属_____多种植物上。

9. 通过_____可以克服常规杂交育种的障碍，特别是远缘有性杂交中的不亲和性的障碍，为种间的优异遗传种质的相互利用提供新的资源。在融合手段上也不断改进，过去是化学或生物促融因子，如_____等；现在已广泛采用_____，既简便，又快速。

10. 利用人工诱变结合组织培养筛选出了许多高抗的突变体，如抗白叶枯病的_____、抗赤霉病的小麦等。

11. 人工种子的核心部分_____可通过组织培养快速获得。

12. 广义的设施农业主要是指_____和_____两个方面。目前我国发展和应用较多的主要是_____、_____，也有部分先进工程技术的_____。

13. 分子育种的特点就是能从大量的遗传杂交子代中鉴定出获得了有益_____，同时保留优良轮回亲本最大的遗传背景的_____，这有利于提高当代的选择频率，大大缩短育种进程。

14. 分子农业是既利用_____为基础、大规模生产稀有的和高价值产品的农业，是农业植物生产_____，而不是_____。

15. 分子农业的发展使得利用植物的某代谢途径直接生产有用的化合物成为可能，开辟了一个崭新的领域——_____。

16. 抗虫基因工程的一条重要途径是采用天然的细菌肠毒素，迄今，已克隆了多种_____的编码基因，并转化了多种植物。

17. 密植矮化是农作物和果树栽培方式的改革方向，生长延缓剂_____和_____具有开发前景。

18. 无土栽培时，常用于固定植物根系的物质有_____、_____、_____以及_____等。

19. 根据生产设施的智能化、集约化程度可将设施农业划分为____、____和_____几种类型。

20. 分子标记辅助选择育种可以实现_____的累加，培育出_____的种质和品种。

四、选择题(单选和多选)

1. 今后在现代化农业生产中的重要措施是重视使用(　　)。

A. 化肥　　B. 杀虫、杀菌药剂　　C. 抗蒸腾剂　　D. 植物生长调节剂

2. 设施栽培常用的两种无土栽培系统是(　　)和(　　)。

A. NFT系统　　B. 固体栽培系统　　C. 气培法　　D. 叶面营养法

3. 在国内外目前种植的转基因农作物中，种植面积最大的是(　　)农作物。

A. 抗病的　　B. 抗虫的　　C. 抗旱的　　D. 抗除草剂的

4. 要使植物生长调节剂在农业生产上应用获得理想的效果，一定要(　　)。

A. 增加使用次数　　B. 增加使用浓度　　C. 配合其他农业技术措施　　D. 单独作用

5. 目前，世界各地主要采用(　　)方法生产赤霉素。

A. 从患恶苗病的水稻中提取　　B. 人工合成

C. 从赤霉菌中提取　　D. 从高等植物顶端提取

6. 由于珠心组织与(　　)没有直接联系，故可以通过珠心组织培养获得无病毒植株。

A. 维管组织　　B. 分生组织　　C. 贮藏组织　　D. 分泌组织

7. 试管苗继代培养时必须保持良好的(　　)和(　　)。

A. 变异能力　　B. 分化再生能力　　C. 增殖速度　　D. 生根能力

8. 密植矮化是农作物和果树栽培方式的改革方向，生长延缓剂(　　)和(　　)具有开发前景。

A. NAA B. 6-BA C. CCC D. Pix

9. 在三系杂交水稻制种过程中使用赤霉素,可以( )。

A. 促进植株生长 B. 促进抽穗 C. 调节花期相遇 D. 提高抗逆性

10. 目前通过植物分子生物学技术改善番茄的贮藏特性方面,主要的技术手段是( )。

A. 抑制 ACC 合酶基因的表达 B. 降低甲硫氨酸的合成

C. 高效表达 ACC 丙二酰基转移酶 D. 降低番茄对氧的敏感性

11. 抗虫基因工程的一条重要途径是采用天然的细菌肠毒素,迄今,已克隆了多种( )的编码基因,并转化了多种植物。

A. Bt 蛋白 B. 病程相关蛋白 C. 羟脯氨酸糖蛋白 D. 热激蛋白

12. 通过遗传工程防治害虫的一个重要途径是( )。

A. 转化蛋白酶抑制剂 B. 转化淀粉酶

C. 转化多酚氧化酶 D. 转化抗坏血酸氧化酶

13. 某些种子中刀豆氨酸具有杀死某些昆虫而保护种子的作用。刀豆氨酸的作用机制是( )。

A. 抑制 DNA 的合成

B. 抑制 mRNA 的翻译

C. 抑制蛋白质在翻译后的修饰作用

D. 与精氨酸的结构相似,被当作精氨酸结合到蛋白质中,从而使蛋白质失去其功能

14. 小麦、水稻、玉米种子蛋白质中最缺乏的氨基酸常常是( )。

A. 蛋氨酸 B. 色氨酸 C. 脯氨酸 D. 赖氨酸

15. 将拟南芥中克隆到的( )基因转移到大豆、油菜、棉花、玉米中,均提高了这些农作物种子中维生素 E 含量。

A. 维生素合成酶 B. 维生素甲基转移酶 C. 酰基转移酶 D. 维生素还原酶

16. 耐旱型植物具有较低的( )。

A. 水合补偿点 B. 光合补偿点 C. CO_2 补偿点 D. 温度补偿点

17. 控制植物开花反应的因素除了光周期、温度和营养外,另一个重要因素是( )。

A. 光合磷酸化的反应速率 B. 有机物在体内运输的速度

C. 植株的年龄 D. 土壤溶液的酸碱度

18. 农业生产中可以通过( )和( )方法提高农作物的经济产量。

A. 增加同化物向非经济器官运输 B. 增加同化物向经济器官运输

C. 增加经济器官的库强 D. 增加非经济器官的库强

19. 从理论上讲,作物的光能利用率可以达到 5% 以上,然而目前全世界农作物平均光能利用率只有( )。

A. 0.5% B. 0.2% C. 1.0% D. 1.5%

20. 我国目前进行作物超高产育种栽培生理研究的重大课题是( )。

A. 光合作用“午休现象” B. 提高单叶光合速率

C. 提高叶面积系数 D. 延缓产量形成关键时期的叶片衰老

五、是非判断题

1. 利用浅蓝色塑料薄膜覆盖育秧，秧苗生长细长。（　　）

2. 植物从土壤中吸收的氮素主要是无机态氮。（　　）

3. 在植物生长的昼夜周期中，由于中午阳光充足，同化量大，所以其生长最快。（　　）

4. 种子实生苗一般不带病毒。（　　）

5. 光对植物茎伸长有抑制作用。（　　）

6. 植物衰老与活性氧胁迫无关。（　　）

7. 临时萎蔫是植物对水分亏缺的一种适应调节反应，对植物是有利的。（　　）

8. 光周期主要影响花器官的分化形成，对花粉育性无影响。（　　）

9. 植物遭受涝害时，危害的原因是土壤水分过多。（　　）

10. 植物干旱胁迫信息传递与脱落酸有关。（　　）

11. 休眠种子因含水量少，所以抗逆性不强。（　　）

12. 只要是活种子，在适宜条件下都能发芽。（　　）

13. 抗病基因工程方面一个新的发展趋势是试图应用分子生物学手段切断或破坏病菌与植物相互识别的信号途径，以达到抗病的目的。（　　）

14. 花药培养再生植株一般是多倍体。（　　）

15. 冬暖式塑料大棚光合作用和产量的限制因子与光照和 CO_2 没有关系。（　　）

16. 在植物中转蛋白酶抑制剂编码基因可以产生广谱性的抗虫效果。（　　）

17. 植物病毒病可以直接用化学物质防治。（　　）

18. 农作物灌溉的基本原则是用少量的水取得最大的生理生态效果。（　　）

19. 植物性别分化与光周期无关。（　　）

20. 通过分子生物学技术对植物相关的某些生理生化过程进行修饰改造，可以达到作物增产的目的。（　　）

六、简答题

1. 现代植物生理学在植物种植业上应用在哪些领域中？

2. 简述无土栽培的优点与不足。

3. 作物超高产育种栽培生理研究的主要内容及育种方法分别是什么？

4. 简述有限灌溉节水增产的生理学依据。

5. 试述植物抗虫基因工程中成功应用的编码基因的类别。

6. 如何合理使用生长调节剂能减少其残留量？

7. 在农业生产实践中应常采用哪些措施来增强植物的抗逆性？

8. 简述植物激素与果实脱落的关系。

9. 从植物生理角度分析一下农作物间作套种的原则有哪些？

10. 分子农业的环境安全性如何？

七、论述题

1. 为什么说植物生理学是指导转基因植物产业的理论基础？

2. 无土栽培时为什么要加强营养液的管理？如何管理？

3. 植物生长调节剂在农作物化学控制栽培工程中有哪些重要作用？

4. 试述温室栽培作物时，如何调节光、温和 CO_2 条件，以获得较高的光合效率。

5. 试述现代设施农业的发展，为植物生理学的研究提出了哪些值得探讨的领域。

6. 试述分子育种的特点及今后的发展领域。

7. 试述植物生长调节剂在农业生产中有应用前景的领域。

12.4 自测试题参考答案

一、名词解释

1. 应用植物生理学（applicative plant physiology）：植物生理学的分支学科。在阐明植物生理学重要机制基础上，联系生产实际，加以归纳分析，寻求出解决植物生产业，特别是农业生产中实际问题的途径。

2. 植物次生产物（plant secondary substance）：植物代谢可以产生多种有机化合物，其中许多对植物自身的生长发育似乎没有直接的作用，这些物质称为植物次生产物（或次生代谢物）。次生产物可分为三大类：类萜、酚类化合物和含氮化合物等，它们是生产对人类有用的酶制品、医药制品和食品添加剂的重要原料。

3. 适应农业（adaptive agriculture）：所谓适应农业，即在自然的气候、土壤或水体中栽培植物的种植方式，作物的生长发育、产量和品质形成与环境条件密切相关。

4. 复种指数（multiple cropping index）：全年内农作物的收获面积对耕地面积之比，称为复种指数，通过轮种、间种和套种等提高复种指数的措施，在一年内巧妙地搭配作物，从时间和空间上更好地利用光能。

5. 甜土植物（glycophyte）：亦称淡土植物。即只有当土壤中 NaCl 含量不大于 0.5% 时才能生长的植物。如果超过此含量，这种植物则不能生长而逐渐枯萎。

6. 分子育种（molecular breeding）：从大量的遗传杂交子代中鉴定出获得了有益转基因，同时保留优良轮回亲本最大的遗传背景的重组体，这有利于提高当代的选择频率，大大缩短育种进程。

7. 生理育种（physiological breeding）：将遗传规律与植物生理学相结合的育种方法。将作物高产优质的生理指标用于育种过程的选择，培养高产优质的品种。

8. 育性转化（fertility change）：植物的育性随光照长度等因子而发生改变的现象。如湖北光敏核不育水稻，在 14 h 以上的长日照下表现不育，而在 14 h 以下的短日照下表现可育。

9. 干旱信号（drought signals）：是植物受到胁迫时的一种反应，如根系产生的 ABA 就是一种干旱信号。通过 ABA 调节植物的生理状态，以避免或减轻缺水对细胞的伤害。

10. 分根灌溉（divisional root irrigation）：将根分置在土壤水分湿度的不同区域，利用根源 ABA 作为一种水分胁迫的信号，以调控气孔开度来提高植物水分利用效率。

11. 合理灌溉（rational irrigation）：根据植物种类及植物生长发育时期的不同，科学精确实施灌溉的措施。

12. 喷灌（spray irrigation）：又称顶灌，是使水分由固定或移动喷灌器的喷嘴喷射到空中成水滴降落到植物和土壤上的给水方法，很类似人工降雨，是一种经济利用水分的灌溉方法。

13. 滴灌（drip irrigation）：利用埋入地下或设置于地面的塑料管道网，按时、定量、缓慢地连

续往植物根系供水的灌溉法。

14. 节水栽培技术(water - saving cultivation):以作物需水量和水分临界期为依据,参照生理指标制定灌溉方案,采用先进的灌溉方法及时合理地进行灌溉的技术。这是一种增产效果显著的栽培技术。

15. 智能化温室(intelligent greenhouse):能人为地调控环境条件的设施,它具有相当高的自动化水平,由计算机控制温、光、水、气、肥等,从品种选择管理到采收包装形成了一整套完整规范的技术体系。

16. 无土栽培(soilless culture):指用营养液(化学肥料溶液)代替土壤栽培植物的方法。目前主要有 NFT 系统(营养膜技术)和固体栽培系统两种无土栽培系统。无土栽培属保护地栽培形式,需要有与其配套的温室、计算机控制系统相结合。

17. 引种(introduce):指从外地(异地)引进新的品种进行试验试种,选择适合本地区地理气候等条件并符合经济要求的进行栽培,这是一项快速而经济有效的途径。

18. 单倍体育种(haploid breeding):将具有单套染色体的单倍体植物,经人工染色体加倍,使其成为纯合二倍体,从中选出具有优良性状的个体,直接繁育成新品种;或选出具有单一优良性状的个体,作为杂交育种的原始材料,称之为单倍体育种。

19. 抗虫棉(cotton of pest resistance):通过生物工程等现代分子生物技术培育的一种可以防止棉花病虫害的棉花品种。

20. 种质资源(germplasm reso urces):也称遗传资源(ge netic resources)、基因资源(gene resources)。包括可用于育种、栽培或其他生物学研究的各种植物类型及品种。

21. 合理施肥(fertilizer rationally):根据植物种类及植物生长发育阶段的不同,并结合灌溉等措施,适时、适量地对植物施肥的一种农业措施。

22. 配方施肥(fertilizer compound):综合运用现代农业科技成果,根据作物的需肥规律,土壤的供肥性能与肥料效应,在施用农家肥为基础的条件下,提出氮、磷、钾和微量元素肥料的适宜用量和比例及其相应的施肥技术。

23. 原生质体融合(protoplast fusion):使植物原生质体相互融合的技术,它包括膜融合和核融合两个过程。

24. 过敏反应(allergy reaction):已致敏机体再次接受相同抗原刺激后所引起的生理功能紊乱或病理损伤。

25. 细胞融合(cell fusion):亦称为原生质体融合,是以植物的体细胞为材料,经特殊的酶处理后,用去掉了细胞壁的裸细胞——原生质体为亲本进行融合的一种新型的生物技术。

26. 电融合(electrofusion):将供体细胞与受体卵细胞融合,并进一步激活细胞分裂,形成胚胎的技术。

27. 器官相关性(organ correlation):生物各个器官在生长过程中相互促进与控制的现象,叫做器官相关性。

28. 病程相关蛋白 (pathogenesis related proteins,PRP/PRs):植物在病理或病理相关的环境下诱导产生的一类蛋白。

29. 快繁(quick propagate):应用植物无性繁殖的特点,或大规模组织培养技术进行多种经济植物产业化生产,以获得低成本、大批量的无性繁殖苗木的技术。

30. 分子农业(molecular agriculture):应用分子遗传学的原理和方法,通过精巧的基因技术体系,改良作物的抗性、品质,提高作物产量和以转基因植物为生物反应器,在特定的组织器官中生产具有特殊应用价值生物制品的新型农业。

31. 精量播种(precision seeding):应用 GPS 全球定位系统以及自动化播种机器,实现的精确播种方式。

32. 茎尖脱毒(stem tip virus - free):把感染了病毒、出现退化症状的植株、分枝或块茎上芽的顶部 0.2 ~ 0.3 mm 的生长点切下,将其放入盛有 MS 培养基的试管或三角瓶中进行培养,长成的植株就是脱毒苗。

33. 无病毒种苗(virus - free seedling):利用茎尖培养结合热处理等方法脱除感染植物的病毒,通过组织培养形成试管苗,试管苗通过无病毒鉴定后,建立无病毒苗圃的方法所生产的种苗,称为无病毒种苗,由于茎尖培养脱病毒率不能达到 100%,又称脱毒种苗。

34. 植物抗体(plantibody):通过基因工程技术在植物中表达或生产的抗体,是抗体基因工程的一个独特的新领域。人类可用植物廉价大量地生产抗体,开发用于疾病诊断、治疗的药物,或使抗体在工业加工中发挥作用,也可用抗体在植物体中进行免疫调节,以研究植物生理代谢机制,或增加植物抵抗病虫害的能力。

35. 绿色革命(greening revolution):是 20 世纪 60 年代中期在发展中国家兴起的,以采用高产良种为中心的一场新技术革命。其主要内容是大规模推广矮秆、半矮秆、抗倒伏、产量高、适应性广的小麦和水稻等作物优良品种,并配合灌溉、施肥等技术的改进。这一农业技术革新取得了惊人的进展,因而被誉为绿色革命。

36. 人工种子(artificial seed):又称为人造种子或超级种子,是指将植物组织培养产生的胚状体、芽体及小鳞茎等包裹在含有养分的胶囊内,具有种子的功能,并可直接播种于大田的颗粒。人工种子通常由培养物、人工胚乳和人工种皮三部分组成。

37. 分子标记辅助选择(molecular - assisted selection,MAS):借助分子标记达到对目标性状基因型选择的方法称为分子标记辅助选择。

38. 愈伤组织(callus):在植物受伤后或在植物组织培养过程中形成的一种未分化的薄壁细胞组织。

39. 抗虫基因工程(pest resistance genetic engineering):它的一条重要途径是采用天然的细菌肠毒素。苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)被昆虫幼体摄食后,在昆虫的消化道内产生 Bt 蛋白,该蛋白能与昆虫肠内的感受器结合而干扰其正的消化功能,使昆虫饥饿至死。

40. 抗病基因工程(disease resistance genetic engineering):指的是用基因工程(遗传转化)的手段提高植物的抗病能力,获得转基因植物的方法。

41. 胚状体(embryoid):在离体植物细胞、组织或器官培养过程中。由一个或一些体细胞,经过胚胎发生和发育过程,形成的与合子胚相类似的结构 。

42. 采后生理(post harvest physiology):是研究采收以后的植物食用产品生命活动过程及其与环境条件关系的科学。

43. 设施农业(installation agriculture):指在农业生产上通过各种设备、设施(地膜、温室等)改变自然环境的措施,创造植物最适宜的生长条件,使植物处于最佳状态,良好生长;增加作物产量和改善品质;延长生长季节,实现周年供应等的种植方式。

44. 人工气候室(climatron):一种人为地控制环境条件的设施,这种设施是供生物、生理、生态上作各种试验用的,它可以人为地控制每个生长室的气压、温度、光照强度和每日光照时间以及相对湿度等,人工气候室专用为植物试验的,常称为植物气候室。

45. 代谢工程(metabolic engineering):是一个新出现的多学科交叉领域,是应用于化学品、燃料、材料、医药及环境等领域中菌种改进一种平台技术

46. 代谢组学(metabolomics):继基因组学和蛋白质组学后,近年兴起的新兴生命学科,它从代谢组学角度研究疾病的发生、发展规律并可用于研究新型药物及个体化治疗。

47. 几丁质酶(chitinase):是PR蛋白的一种,它催化真菌细胞壁重要组成物质几丁质的水解。

48. 转基因植物(transgenic plant):它通过"特性植入",即把一种生物的某个基因分离出来转移到需要改良的农作物上,这种带有新的遗传基因的作物具有抗害虫、抗杂草和抗非生物性胁迫的能力。

49. 热激蛋白(heat shock protein,HSP):又称为热休克蛋白。在高于植物正常生长温度刺激下诱导合成的新蛋白。

50. 生物反应器(bioreactor):能将外源基因的信息转变成蛋白质的生物体叫做生物反应容器。

51. 逆境回避(stress avoidance)或逆境容忍(stress tolerance):是当植物遭遇逆境时采取回避方式减轻逆境危害。

52. 植物细胞工程(plant cell engineering):指在细胞水平上,对植物进行遗传操作的新兴技术。它包括器官培养、胚胎培养、组织培养、细胞培养、原生质体培养等内容。已广泛应用于植物脱毒培养、突变体筛选、细胞杂交、人工种子及超低温种质保存等方面。

53. 植物化控工程(plant chemical - controlling engineering):就是采用一系列的生长调节剂来控制作物生长发育的栽培工程。具体来说,就是把生长调节剂的应用,作为一项必备常规措施导入种植业,使它与栽培管理、良种推广结合为一体,调动肥水和品种等一切栽培因素的潜力,以获得高产优质,并产生接近于目标、设计和可控生产流程的工程。

54. 宇宙生物学(universe biology):研究地球以外星球生命有机体的存在和生命活动规律的科学。

55. 植物生殖工程(plant reproduction engineering):是通过控制和利用植物有性生殖过程而改良植物的应用技术,主要是指在离体条件下以生殖器官、细胞及原生质体为对象的遗传操作。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

1. PR:病程相关蛋白
2. PVP:聚乙烯吡咯烷酮
3. PEG:聚乙二醇
4. PGR:植物生长调节剂
5. PAL:苯丙氨酸裂解酶
6. FAO:联合国粮农组织
7. CGR:作物生长速率
8. DMSO:二甲基亚砜

9. ET:耗水量
10. Bt:苏云金杆菌
11. MRL:最大残留限量值
12. NPN:非蛋白氮
13. NFT:营养膜技术
14. GUS:葡糖苷酸酶
15. IRRI:国际水稻研究所
16. Ri:发根农杆菌质粒
17. Ti:根瘤农杆菌质粒
18. MAS:分子标记辅助选择
19. TMV:烟草花叶病毒
20. W.P.:可湿性粉剂

三、填空题

1. 作物光能利用率
2. 叶面积系数　群体光合能力强　株型紧凑
3. 日光能　增加经济产量　提高经济系数
4. 诱导表达　转录因子　植物耐盐基因
5. 是避开逆境的影响　是受到逆境的影响,但避免产生伤害性变化　变化是随后可以恢复的　变化是可以及时修复的
6. 两层　干旱信号　必要的水,并适度供应地上部水分　灌水湿润　保持干燥　ABA
7. 调节剂　活性氧清除剂　抗蒸腾剂　抗寒剂　抗盐剂
8. 40　30　28　68　170
9. 原生质体融合和细胞杂交　聚乙二醇　电融合技术
10. 水稻
11. 胚状体
12. 设施栽培　设施养殖　塑料大棚　日光温室及连栋温室　智能温室
13. 转基因　重组体
14. 重组或转基因植物　生物大分子　食品饲料和纤维
15. 代谢组学或代谢工程
16. Bt 蛋白
17. CCC　Pix
18. 蛭石　珍珠岩　玻璃棉　石英砂
19. 植物工厂　智能化温室　普通塑料温室
20. 多种基因　多抗或广谱

四、选择题

1. A、B、D　2. A、B　3. D　4. C　5. C　6. A　7. B、C　8. C、D　9. B、C　10. A、C　11. A　12. A　13. C　14. D　15. B　16. A　17. C　18. B、C　19. B　20. A、B、D

五、是非判断题

1.（×）　2.（√）3.（×）　4.（×）　5.（√）6.（×）　7.（√）　8.（×）　9.（×）　10.（√）　11.（×）　12.（×）　13.（√）　14.（×）　15.（×）　16.（√）　17.（×）　18.（√）　19.（×）　20.（√）

六、简答题

1. 答：现代植物生理学广泛地应用于植物种植业的各个领域，它包括：种子培育和壮苗生理；无性快速繁殖；作物高产优质的生理基础；理想株型和品种的选育和栽培；作物的光能利用和产量形成；作物器官相关关系和人为调控；作物的合理与经济施肥；作物的合理与经济用水；植物激素的应用；微量元素肥料的应用；植物物质运输的调控；作物的群体合理结构与看苗诊断；器官脱落与衰老生理对作物的结实、结瓜座果性能的合理调控；对植物衰老的调控；种子的安全贮藏和蔬菜、花卉的保鲜；提高作物对不良环境条件的抗性；生物固氮；试管植物快速繁殖；人工栽培环境的控制等等。

2. 答：无土栽培有许多优点：① 生产效率高，产量可达一般土壤栽培的几倍至十几倍；生产速度快，无土栽培的作物比土壤种植的生长快20%左右。② 不受土地条件的限制，无论在荒芜的沙漠地带，或是在不毛的山地，以及城市住宅的阳台、窗台、楼顶和走廊上，只要阳光照射到的地方，都可以栽培。③ 节省水肥，无土栽培按植物生长发育的需要供应营养，养分损失少。④ 改善作物品质，产品质量好。⑤ 不污染环境，而且栽培的植物也不为环境污染，属于无公害食品。⑥ 无土栽培有着广阔发展前途，无土栽培可实现了工厂化和机械化，并利用电子设备自动控制培养室的光照、温度、湿度、气体交换等，为植物生长创造了更适宜的条件。

缺点是：① 生产成本较高，因为它要求一定的设备条件。② 要求管理人员有较高的栽培管理技术，才能使植物生长得更好。

3. 答：作物超高产育种栽培生理研究的主要内容及育种方法如下。

当农作物叶面积系数已接近最大值，不能再继续增加的情况下，提高单叶光合速率，延缓作物产量形成关键时期的叶片衰老和降低“光合午休”现象，是作物超高产育种栽培生理研究的主要内容。其育种方法是通过基因工程、细胞工程与常规杂交、生理育种相结合，选育出单株光合速率高、叶片光合功能期长、群体光能利用率高、经济系数高的高产优质抗性强的超高产新品种。

4. 答：有限灌溉节水增产的生理学依据可归结为：

（1）不同作物不同生育期对干旱的敏感性不同，这为水的调配和选择关键供水期提供了依据。

（2）水分亏缺对与产量密切相关的各个生理过程的影响程度不同。对禾谷类作物影响的先后顺序为：生长—气孔—蒸腾—光合—运输，据此提供的生理参数使田间用水的精确控制和管理成为可能。

（3）水分亏缺并不总是降低产量，有限的适度水分亏缺反而有利于某些作物经济产量的增加。

5. 答：抗虫基因工程的一条重要途径是采用天然的细菌肠毒素。苏云金杆菌（*Bacillus thuringiensis*，Bt）被昆虫幼体摄食后，在昆虫的消化道内产生Bt蛋白，该蛋白能与昆虫肠内的感受器结合而干扰其正常的消化功能，使昆虫饥饿至死。通过遗传工程防止虫害的另一条途径是转化蛋白酶抑制剂（proteinase inhibitor gene）的编码基因。昆虫侵袭或真菌感染均会诱导很多植物合成蛋白酶抑制剂，专一性地抑制动物和微生物体内的蛋白酶。昆虫食用这些植物的同时摄

入了蛋白酶抑制剂,因此其消化过程被破坏而饥饿致死。抑制剂的合成不仅局限于受伤的部位,也会在植株其他部位合成,以防止昆虫的进一步侵袭。

6. 答:合理使用生长调节剂能减少其残留量。

(1) 注意选用生长调节剂种类,在具有同样效果的原则下,选用残效期较短,毒性低的种类。

(2) 掌握正确的施用浓度、次数、时期和方法,在保证达到调节植物生长发育的前提下,尽量减少用量,以最小用量获得最大的调节效果。利用浸沾法,在作物生育前期施用,以降低土壤中和植物体内的残留量;严禁在临近收获时将毒性较高或残效期长的生长调节剂喷施于食用的粮食和果蔬作物。

(3) 提高药效,降低用量。例如使用表面活性剂改善生长调节剂的展着性能和透入植物体的能力,间接减少残留量。

7. 答:增强植物抗逆性的措施有:

(1) 采用地膜栽培,发展防护林带等,改善植物生存的小环境。

(2) 播种前用盐水、NAA 溶液等浸种,搁苗、饿苗、蹲苗等措施处理幼苗,抑制生长,对植物进行抗性锻炼,提高抗逆性。

(3) 通过常规杂交育种,诱导突变及基因工程等进行抗逆性育种,选育出高抗逆性品种。

(4) 推广旱地农业和相应的节水栽培技术,减少地面蒸发技术以及抑制叶面蒸腾技术等。

(5) 各种化学制剂应用于农作物,增强作物的抗逆性。例:生长调节剂、活性氧清除剂、抗蒸腾剂、抗寒剂、抗盐剂等。

8. 答:激素从不同的方面影响着果实脱落过程。

(1) 生长素类是脱落的抑制剂,未受精棉花的幼铃脱落、果实生理落果时 IAA 产生少,IAA、NAA 和 2,4 - D 处理具有延缓脱落的效果。

(2) 乙烯是很强的器官脱落促进剂,乙烯能减弱 IAA 的作用,促进离层细胞纤维素酶、果胶酶的合成,从而诱导脱落。

(3) ABA 对离体外植体的脱落有促进效应,减缓 IAA、GA 和 CTK 的延缓脱落作用,促进了器官的衰老和脱落。外施 ABA 可以促进许多果实内乙烯的合成。

(4) CTK、GA 与脱落没有直接的关系,只有间接影响,GA 喷施整体植株常表现为延缓脱落的效果;CTK 促进养分输入幼果,促进果实细胞分裂,生长发育,防止果实脱落。

9. 答:农作物间作套种的原则是通用的,主要是:

(1) 喜光的高秆作物和较耐阴的矮生作物间作,可提高光能利用率。

(2) 根系在土壤中分布区域不同的作物间作套种,易于共同生长。

(3) 幼苗期耐弱光作物套种于接近成熟、光合功能已衰退的作物,能正常生长,提高了复种指数。

(4) 不同作物间有时有相生相克效应,前者可利用,后者就避免。于相克时确保作物也能正常生长,便可提高复种指数。

10. 答:分子农业的环境安全性如下。

植物不是人类病原体宿主,与动物细胞培养比较,利用重组植物生产的药物,大大减少人类病毒微生物污染的机会。当然,尽管分子农业对人畜不会造成直接威胁,但在安全管理方面仍应引起足够的重视。此外,分子农业中目的基因不是转入细胞核中,而是转入叶绿体,所以,不仅因

每个细胞中有多个叶绿体拷贝而表达量高，而且不至于造成基因漂移（因花粉中不含叶绿体），对环境也安全。

七、论述题

1. 答：植物生理学与转基因植物产业的关系密切。当今，以基因工程为核心，通过分子育种手段并融合其他高新技术的分子农业的发展已初见端倪。在这个产业系统中植物是产品生产的车间，无疑以植物为研究对象的植物生理学仍是指导这一产业的理论基础。首先，转基因植物无论是在开放的大田环境，还是在设施化的封闭或半封闭环境中，其生命活动的基本规律与特点必须得到系统全面的认识，才能使其产品的收获与效益达到最大。第二，应用转基因方法改良作物的抗性品质，提高作物的产量，均需对其性状涉及的相关生理过程和酶学特性有系统深入的了解，才能使基因工程的实施有明确的操作靶位。第三，以植物为生物反应器的特殊生物产品的生产，实际上是产品合成基因在植物体某一特定部位的超表达，应用植物生理学的理论将有助于揭示宿主植物的生长与外源基因表达的相互作用规律，指导高效生物反应器的生产过程。总之，植物生理学无论是在转基因植物目标性状的改良，还是应用植物生物反应器的专业化生产和转基因植物的大规模栽培上，都具有极其重要的理论与实践指导意义。

2. 答：无土栽培时要加强营养液的管理。无土栽培时，作物的根系大部分生长在营养液中，并吸收其中的水分、养分和氧气，从而使营养液的浓度、成分、pH、溶解氧等不断变化；同时根系也分泌有机物于营养液中，且有少量衰老的残根脱落于营养液中，致使微生物也会在其中繁殖；外界温度也时刻影响着营养液温，因此必须对这些影响因素进行调控。其措施有：① 采用搅拌、营养液循环流动、充入压缩空气、加入化学试剂等方法给营养液补充溶解氧。② 每天补充水分。一天之内应补充多少次，视作物长势，每株占液量和耗水快慢而定。③ 调整养分。根据溶液浓度的下降而定，浓度的高低以总盐分浓度反映，用电导率大小表示。④ 调整 pH，最好选用比较平衡的营养液配方，使 pH 变化比较平稳。pH 上升时，用 H_2SO_4 或 HNO_3 中和；pH 下降时，用 NaOH 或 KOH 中和。⑤ 营养液温的管理，一般夏季不超过 28℃，冬季不低于 15℃。

3. 答：植物生长调节剂在化控工程中的作用主要有：

（1）对作物性状进行“修饰”，如变高秆为矮秆，变晚熟为早熟。

（2）改变栽培措施，由于生长调节剂使作物矮化，株型紧凑，所以可改稀播稀植为密播密植，改高肥水引起减产为高肥水仍安全地、充分地发挥肥效，高产更高产。

（3）推动多熟复种制。例：生长延缓剂培育水稻秧苗，解决连作晚稻秧龄长、秧质差的难题；生长延缓剂培育油菜矮壮苗，成为长江流域稻—稻—油三熟制的一项突破性新技术。

（4）提高作物的抗逆性，使作物安全渡过不良环境或少受伤害，或品种能向北种植，扩大栽培区域。

4. 答：温室栽培作物时，要调节光、温和 CO_2 条件，以获得较高的光合效率。

（1）光照管理　当光照过强，超过光饱和点时易发生光抑制现象，一般用黑色纱及竹帘等遮光预防；当光照弱，低于光补偿点时，光合作用不足，易徒长，落花落蕾，应尽可能稀植，让作物充分照光，或起高畦，加强水肥管理，防止叶片过大而遮光。

（2）温、湿度管理　冬季温室内应加温，促进植物光合作用，为了保证壮苗，温度最好控制在协调最适温度。因为温度升高，光补偿点升高，冬季光照弱，光强不能满足作物光合作用的要求，阴雨天温度不能过高。昼夜温差大有利于温室作物生长。还应设法排水，防止室内高湿；在有利

作物生长发育的同时，减少病害发生，最终达到提高产量的目的。

（3）CO_2施肥有利于提高光合效率，可加强通风，通过增施有机肥，利用微生物分解释放CO_2；阴雨天不能进行CO_2施肥，防止CO_2中毒。

5. 答：现代设施农业的发展，为植物生理学的研究提出了一些值得探讨的领域。

设施农业的发展需要运用植物生理学的科学方法对受控环境下植物生长发育及作物生产进行研究，形成设施农业的系统理论体系和规范化的栽培技术措施。值得探讨的领域有：

（1）受控环境下，植物群体中温、光、水、气、肥等因子的动态变化规律及其对植物生长发育的影响。

（2）覆盖条件下，群体的光合作用规律。

（3）密闭系统中，较高群体密度和较高相对湿度下作物病虫害及其杂草的综合防治。

（4）受控环境中，种群相互作用的相生相克规律及其应用。

（5）受控环境下，植物生长发育的特点及其调节。

（6）受控环境下，光周期对一季多熟作物的生育和产量形成的作用。

6. 答：分子育种的特点及今后的发展领域如下。

分子育种的特点是从大量的遗传杂交子代中鉴定出新获得的有益转基因，同时保留优良轮回亲本最大的遗传背景的重组体，不断提高当代的选择频率，大大缩短育种周期。

今后，分子育种将在下述领域得到更大发展。

（1）由单基因生物抗逆性向持久性抗逆转化。分子标记辅助选择育种可以实现多种基因的累加，培育出多抗或广谱的种质和品种。

（2）生物抗逆性向非生物抗逆性发展。随着人们对非生物抗逆性的作用机制和植物对非生物逆境信号转导相关的基因克隆及其转基因植物获得，将会提高植物对非生物逆境的抵抗能力。例如，能提高氮肥利用率的转谷氨酸脱氢酶的转基因玉米；耐缺硼的山梨醇合成能力强的转基因烟草。

（3）品质性状改良的发展。在对农作物品质的生理代谢过程充分了解的基础上，对植物的代谢过程进行改造，从而改善农作物营养品质。

（4）通过分子生物学对相关的某些生理生化过程进行修饰改造，从而达到作物增产的目的。

（5）利用转基因植物生产特种生物制品，诸如口服疫苗、工业用酶、脂肪酸、药物、生物塑料等。

7. 答：植物生长调节剂在农业生产中有应用前景的领域主要有：

（1）作物生长发育的调节。在田间条件下施用植物生长调节物质，对作物生长发育各个环节进行调节，以提高作物产量和改善产品品质。如花期调节、组织培养中的器官分化、苗速生繁殖、壮苗培育等。

（2）提高经济系数。密植矮化是农作物和果树栽培方式的改革方向，生长延缓剂（CCC、Pix等）的开发应用前景广阔。

（3）农产品（包括果品、蔬菜、块根、块茎等）的成熟、贮藏、运输。如应用生长调节剂调节种子、延存器官的萌发和休眠，果蔬的催熟、保鲜、安全贮藏等。

（4）增强作物抗逆性。在各种逆境条件下通过外施生长调节物质，改变植物内源激素的平衡状态，增强抗逆性。

(5) 基因工程和育种工作。植物激素和生长调节剂可以改变植物体内的核酸和蛋白质代谢,诱导染色体变化、倍性变异、性别转变等,可为选育高产、优质、抗逆性强的新品种提供丰富的、有价值的育种材料。

12.5 启发性思考题

为什么说在21世纪植物生理学仍然是现代农业的理论基础?

例　卷

南京农业大学2004年攻读硕士学位研究生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（每小题2分，共30分）

1. 单性结实　　2. stress proteins
3. 活性氧　　4. 呼吸骤变
5. 交叉适应　　6. 末端氧化酶
7. 双光增益效应　　8. 伤流
9. 膜片钳技术　　10. 平衡溶液
11. 代谢源　　12. 激素受体
13. Pr　　14. 长日植物
15. 相对生长速率

二、填空题（每空1分，共30分）

1. 花粉中的识别物质是____1____，雌蕊的识别感受器是____2____。
2. 未成熟的柿子之所以有涩味是由于细胞液内含有____3____。
3. 在逆境下植物体内的主要渗透调节物质有____4____、____5____等。
4. ____6____是植物抗寒性的主要保护物质。
5. 零上低温对植物的伤害大致可分为两个步骤，第一步是____7____，第二步是____8____。
6. 盐胁迫对植物的伤害效应主要包括____9____、____10____和____11____3个方面。
7. 组成呼吸链的成员分别为____12____传递体和____13____传递体。
8. 被称为同化力的物质是____14____和____15____。
9. 光系统Ⅱ反应中心的原初电子供体是____16____，原初电子受体是____17____。
10. 水孔蛋白位于植物的____18____和____19____上，水孔蛋白的活化和抑制依靠____20____作用调节。
11. 缺钙的生理症状首先出现在____21____叶上，缺氮的症状首先出现在叶上。
12. 维持____22____叶的光合功能有利于防止早衰。

13. 束缚生长素在植物体内的作用有 23 , 24 , 25 , 26 , 27 和 28 。

14. 植物向光弯曲中产生的抑制物有 29 、 30 等。

三、选择题(每小题 1.5 分,共 30 分)

1. 实验证明,膜脂的不饱和脂肪酸越多,植物抗寒性就越( )。

A. 增强 B. 减弱 C. 保持稳定 D. 稍有变化

2. 大气中的氰化物对植物的最大危害是( )。

A. 抑制呼吸 B. 损伤细胞膜 C. 破坏水分的平衡 D. 光合下降

3. 植物适应干旱条件的形态特征之一是根冠比( )。

A. 小 B. 大 C. 中等 D. 比较小

4. 在下列 4 组酶中,与脱落有关的是( )。

A. 核酸酶和蛋白酶 B. 淀粉酶与脂酶 C. 果胶酶和脂酶 D. 纤维素酶和果胶酶

5. 对花粉萌发具有显著促进效应的元素是( )。

A. N B. K C. Si D. B

6. 将北方的冬小麦引种至广东栽培,结果不能抽穗结实,主要原因是 ( )。

A. 日照短 B. 气温高 C. 雨水多 D. 光照强

7. 油料作物种子发育过程中,最先累积的贮藏物质是( )。

A. 淀粉 B. 油脂 C. 脂肪酸 D. 蛋白质

8. 光合产物以什么形式运出叶绿体? ( )

A. 蔗糖 B. 淀粉 C. 磷酸丙糖 D. 果糖

9. 光合放氧反应中不可缺少的元素是( )。

A. 铁 B. 锰 C. 氯 D. 锌

10. 根据明希的压力流动学说( )。

A. 韧皮部中溶质以相似的速度被运输

B. 在一个筛管中同化物质运输可以是双向的

C. 同化物质韧皮部装载与卸出的过程不需要能量

D. 同化物质韧皮部装载与卸出的过程需要能量

11. 下列氧化酶中不带金属辅基的是( )。

A. 细胞色素氧化酶 B. 黄素氧化酶 C. 酚氧化酶 D. 抗坏血酸氧化酶

12. C_4 途径中,固定的最初产物是( )。

A. 磷酸甘油酸. B. 草酰乙酸 C. 葡萄糖 D. 乙醇酸

13. 与植物体内氧化还原反应关系密切的矿质元素有( )。

A. Fe 和 Mg B. Mg 和 Cu C. Cu 和 Fe D. Mg 和 Zn

14. 植物根部吸收离子较活跃的区域是( )。

A. 分生区 B. 伸长区 C. 根冠 D. 根毛区

15. 韧皮部汁液中存在的主要糖类是( )。

A. 葡萄糖 B. 果糖 C. 蔗糖 D. 麦芽糖。

16. 同化物从韧皮部进入果实库细胞主要是一个( )。

A. 扩散过程 B. 集流过程 C. 蔗糖－质子同向运输过程 D. 蔗糖－质子反向运输过程

17. PP_{333}又名多效唑，它的作用机制主要是抑制(　　)。

A. 生长素的生物合成 B. 赤霉素的生物合成

C. 细胞分裂素的生物合成 D. 脱落酸的生物合成

18. 根/冠比是指植物地上部和地下部的(　　)。

A. 重量之比 B. 长度之比 C. 体积之比 D. 容积之比

19. 植物生长的最适温度是指(　　)。

A. 适合植物生长的平均温度 B. 植物生长最健壮时的温度

C. 植物生长最快时的温度 D. 光合速率最高时的温度

20. 现已证明，促进植物器官脱落的植物生长物质主要是(　　)。

A. 乙烯 B. 脱落酸 C. 茉莉酸 D. 多胺

四、问答题（共60分）

1. 植物必需的矿物质元素必须具备哪些条件？（4分）

2. 简述光敏色素在开花中的作用。（4分）

3. 逆境对植物代谢有何影响？（4分）

4. 试述衰老过程中植物细胞结构、生理生化上的变化。（6分）

5. 用实验证明暗期和光期在植物成花诱导中的作用。（7分）

6. 盐胁迫下植物体是如何控制和进出细胞内外的？（7分）

7. 如何理解植物呼吸代谢多条途径的现象？它对植物的生存发育有什么意义？（7分）

8. 试分析植物C_4比C_3植物的光呼吸速率低的原因。（7分）

9. 已有试验结果证明，在CO_2浓度增高的环境条件下生长的植物，其生物产量会大幅度提高，而经济产量提高幅度不大，试从植物生理学的角度分析此现象的原因，并提出在高浓度下大幅度增加经济产量的可能途径。（7分）

10. 分别举例说明植物生长、成熟和衰老过程中，植物激素间的相互促进或相互抑制作用。（7分）

植物生理部分(A)

（植物学专业）

1. 以双子叶植物为例简述高等植物细胞初生壁的物质组成、结构特点，在此基础上解释生长素处理能迅速促进细胞体积增大的机制。（15分）

2. 简述细胞信号转导的几个主要过程。即胞外刺激与胞内基因表达之间是怎样联系起来的。（10分）

3. 拟南芥是植物分子生物学研究的模式植物，请简要介绍拟南芥的普通生物学和分子生物学方面的特性，这些特性对于分子生物学研究有哪些益处。（10分）

4. 简述高等植物基因的结构特点；成功克隆植物基因的方法有哪些，请举出两例，并简述其原理。（15分）

植物生理部分(B)

（植物学专业）

1. 简述植物细胞膜的物质组成，结构特点；植物细胞质膜上存在哪些蛋白质？执行哪些功

能？（可以按一定的分类来回答）（15 分）

2. 异源三体 G 蛋白是细胞信号转导途径中的重要一员，请简述它行使功能的全过程。（10 分）

3. 如何判断植物生长发育的某一过程或植物的某一个反应是受光敏素介导的？请尽可能说出你所知道的受光敏素介导的这些反应或过程。绿色组织中的光敏素与黄化苗中的光敏素有何不同？（10 分）

4. 简述高等植物基因的结构特点；成功克隆植物基因的方法有哪些，请举出两例，并简述其原理。（15 分）

植物生理部分（A）

（农、园、植等专业）

一、名词解释（10 分）

1. 光合有效辐射　　2. 渗透调节作用

3. 单性结实　　4. 自交不亲和性

5. 植物对逆境的交叉适应

二、问答题（40 分）

1. 什么叫光合作用？从物质与能量转换角度简述玉米光合作用的机制。为什么光合作用与植物生物产量关系密切？（10 分）

2. 什么叫细胞信号转导？简述细胞信号转导中的一些主要过程。（10 分）

3. 什么叫植物生长的相关性？主要表现在哪几方面？这种相关性的生理基础是什么？（10 分）

4. 胞质 Ca^{2+} 是重要的胞内第二信使之一，请分别说出控制进入胞质和从胞质中驱出的机制。（10 分）

植物生理部分（B）

（农、园、植等专业）

一、名词解释（10 分）

1. 植物生长物质　　2. 三重反应

3. 受体酶　　4. 钙稳态

5. 异源三体 G 蛋白

二、问答题（40 分）

1. 什么叫植物的自交不亲和性？解释其原因。（5 分）

2. 乙烯与果实成熟关系密切，外源乙烯既可以促进呼吸跃变型果实成熟，也可以促进非呼吸跃变型果实成熟，乙烯对两者的催熟作用方式有何不同？解释其原因。（5 分）

3. 胞质 Ca^{2+} 是重要的胞内第二信使之一，请分别说出控制进入胞质和从胞质中驱出的机制。（10 分）

4. 什么叫活性氧？有哪些种类？植物细胞产生和清除活性氧的途径（或系统）有哪些？活性氧积累会造成哪些方面的伤害？（10 分）

5. 质膜是细胞与外界环境的屏障，有以下功能：① 控制物质进出细胞；② 感受环境条件变化，并将这些变化以信号形式传入胞内；③ 参与细胞识别。以上功能均是由膜上蛋白质来完成

的。请说出植物细胞质膜上的主要蛋白质及其功能。(10分)

植物生理部分(B)

(农、园、植等专业)

一、名词解释(10分)

1. 蒸腾作用　　2. 质外体

3. 组织培养　　4. 植物激素

5. 渗透调节

二、填空(30分)

1. 影响根系吸水的土壤条件有__1__、__2__、__3__和__4__。

2. 必需矿质元素在植物体内所起生理作用为__5__、__6__和__7__。

3. 参与植物细胞硝酸盐还原的酶有__8__和__9__,其中__10__为诱导酶,受__11__的诱导。

4. 光合作用中蔗糖的合成原料是__12__,它经叶绿体__13__膜上的__14__进入细胞质。

5. 细胞受到外界刺激时,胞质钙离子浓度会增加,胞质钙离子主要来自于__15__和__16__,进入胞质的途径是__17__。

6. 根据植物生长抑制物质抑制生长的方式不同,可将其分为__18__和__19__两大类。水杨酸、三碘苯甲酸为__20__,而CCC、PP_{333}为__21__。

7. 种子萌发时,参与淀粉水解的酶主要有__22__、__23__和__24__,其中__25__为诱导酶。

8. 组织培养中,培养基的主要成分有__26__、__27__、__28__、__29__和__30__。

三、问答题(35分)

1. 以玉米为例,简述光合作用中几个主要的物质与能量转化过程。(10分)

2. 植物生长在盐碱土中,为什么生长不好,甚至于受害死亡。(9分)

3. 以菊花为材料,用试验证明植物感受光周期的部位是叶片,而不是茎尖的生长点。(10分)

4. 植物细胞呼吸作用中,己糖可以经EMP－TCA途径彻底分解,为何还要保留PPP途径?(6分)

植物生理部分(A)

(农、园、植等专业)

一、名词解释(10分)

1. 自体保藏法　　2. 共质体

3. 组织培养　　4. 植物生长相关性

5. 渗透调节

二、填空(30分)

1. 水分子通过植物细胞质膜的途径有__1__和__2__。

2. 植物细胞吸收溶质的方式有__3__、__4__、__5__和__6__。

3. C_4植物比 C_3植物光呼吸弱的原因是__7__、__8__和__9__。

4. 光合作用中蔗糖和淀粉的合成部位分别是__10__和__11__，合成原料均是__12__，它经叶绿体__13__膜上的__14__进入细胞质。

5. 胞外信号经跨膜转换之后，通过第二信使将信号进一步传递和放大，胞内主要的第二信使分子是指__15__、__16__、__17__和__18__。

6. 农业生产上用于果实催熟的乙烯利是一种乙烯释放剂，它的化学名称是__19__。

7. 甲瓦龙酸代谢途径是__20__、__21__和__22__三种激素合成的共同途径。

8. 土壤盐分过多使植物受害的主要原因是__23__、__24__和__25__。

9. 组织培养中，培养基的主要成分有__26__、__27__、__28__、__29__和__30__。

三、问答题(35 分)

1. 以玉米为例，简述光合作用中几个主要的物质与能量转化过程。(10 分)

2. 试述光合作用与生物产量的关系。调节光合作用的哪些方面可以提高生物产量？(9 分)

3. 矿质元素在植物生命活动中起哪几方面的作用。(6 分)

4. 干旱条件下，植物的形态、结构会发生怎样的变化。(10 分)

植物生理部分(B)

(植物学专业)

一、名词解释(10 分)

1. 呼吸跃变　　2. 红降现象

3. 植物细胞全能性　　4. 分化

5. 极性

二、填空(30 分)

1. C_4植物需要 C_3和 C_4两条途径来完成 CO_2同化，C_3途径发生在__1__中，而 C_4途径发生在__2__中；C_4植物中两种重要的羧化酶是__3__和__4__。

2. 光合作用的能量转换是在叶绿体的类囊体膜上进行的，类囊体膜又被称为__5__，类囊体膜上的 4 种主要复合体分别是__6__、__7__、__8__和__9__。

3. 果树缺锌会患小叶病，因为锌是__10__酶的重要成分，该酶可催化__11__的形成，该氨基酸是__12__合成的原料。

4. 组织培养的理论依据是__13__，用于组织培养的离体植物材料称__14__；培养基的主要成分有__15__、__16__、__17__、__18__和__19__。

5. 植物达到__20__状态之前的生长阶段称幼年期。

6. 根据所需春化条件的不同可将冬小麦品种分为__21__、__22__和__23__3 种类型，其中__24__品种所需温度最低，时间最长。

7. 短日植物南种北引，生育期将__25__，若要引种成功，应引__26__品种。

8. 植物细胞中的第二信使分子主要是指__27__、__28__、__29__和__30__。

三、问答题(35 分)

1. 在温度较高，光照较强及土壤相对干旱条件下，小麦和玉米哪种作物生长较好？为什么？

(10分)

2. 什么叫植物生长相关性？其生理基础是什么？生长相关性主要表现在哪几个方面？(7分)

3. 试述蔗糖向韧皮部筛管装载的机制。(8分)

4. 干旱条件下，植物的形态、结构会发生怎样的变化。(10分)

植物生理部分(A)

(植物学专业)

一、名词解释(10分)

1. 抗氰呼吸　　2. 爱默生效应

3. 平衡溶液　　4. 乙烯的三重反应

5. 后熟

二、填空(30分)

1. 产生丙酮酸的糖酵解过程是__1__和__2__的共同途径。

2. 同化力是指细胞中的__3__和__4__。

3. 光合作用的能量转换是在叶绿体的类囊体膜上进行的，类囊体膜又被称为__5__，类囊体膜上的4种主要复合体分别是__6__、__7__、__8__和__9__。

4. 在植物体内促进有机物运输的矿质元素是__10__、__11__和__12__。

5. 光敏色素的单体是由一个__13__和一个__14__组成。

6. 组织培养中，培养基的主要成分有__15__、__16__、__17__、__18__和__19__。

7. 植物达到__20__状态之前的生长阶段称幼年期。

8. 根据所需春化条件的不同可将冬小麦品种分为__21__、__22__和__23__3种类型，其中__24__品种所需温度最低，时间最长。

9. 土壤干旱利于__25__花的分化，土壤氮肥充足利于__26__花的分化。

10. 植物细胞中的第二信使分子主要是指__27__、__28__、__29__和__30__。

三、问答题(35分)

1. 在温度较高，光照较强及土壤相对干旱条件下，小麦和玉米哪种作物生长较好？为什么？(10分)

2. 什么叫植物生长相关性？其生理基础是什么？生长相关性主要表现在哪几个方面？(7分)

3. 用压力流动学说解释有机物在韧皮部筛管中长距离运输的机制。(10分)

4. 什么叫根冠比？试述土壤水分和氮素营养水平对植物根冠比的影响，并解释其原因。(8分)

河北农业大学2003年硕士研究生
《植物生理学》试题
（植物学专业）

一、名词解释(10分)

1. 光能利用率　　2. 磷酸转运器

3. 生长中心　　4. 植物对逆境的交叉适应

5. 渗透调节

二、填空(20分)

1. 荷兰的 Van Helmont 和德国的李比希研究植物营养问题时曾分别进行过著名的__1__和__2__试验。

2. 植物光合作用只能利用太阳光谱中的可见光,其原因是__3__。

3. 植物光呼吸作用不可避免的原因是__4__。

4. 果树缺__5__时会引起小叶病,其原因是__6__。

5. 农作物经济产量与光合作用的关系是:经济产量 = __7__。

6. 果树盛花期,对树干进行适当环割可减少花、果脱落,其原因是__8__。

7. 植物体内同化物分配规律是__9__、__10__、__11__、__12__。

8. 禾谷类种子萌发过程中,参与淀粉分解的淀粉酶有__13__、__14__、__15__,其中__16__为诱导酶,受__17__的诱导。

9. 植物必须达到__18__状态,才能感受适当的__19__和__20__诱导而成花。

三、选择题(单项或多项选择5分)

1. 下列哪些元素缺乏时,症状首先出现在植株的上部叶片。(　　)

A. Ca,B,P　　B. S,B,Mg　　C. Ca,B,Fe　　D. P,Ca,Fe

2. 植物细胞进行无氧呼吸时,(　　)。

A. 总是有能量和 CO_2 的释放

B. 总是有能量的释放,但不一定产生 CO_2

C. 总是有能量的释放,但不形成 ATP

D. 产生酒精或乳酸,无能量释放

3. 下列植物种子中,属于需光种子的有(　　)。

A. 莴苣　B. 西瓜　C. 拟南芥　D. 水稻

4. 下列农作物中,属于长日照植物的有(　　)。

A. 小麦　B. 大豆　C. 油菜　D. 甘蔗

5. 盐碱土中主要盐类是(　　)。

A. Na_2CO_3, Na_2SO_4　　B. NaCl, Na_2CO_3

C. $NaHCO_3$, NaCl　　D. Na_2CO_3, Na_2SO_4 NaCl

四、问答题(40分)

1. 试述生长素极性运输的机制。(5分)

2. 以玉米为例简述光合作用中的物质和能量转换过程。(8分)

3. 谈谈研究植物逆境生理的重要性。(5分)

4. 秋天播种的冬小麦,经过长时间逐渐降温过程,可以顺利渡过寒冷的冬天,从生理学角度解释其原因。(6分)

5. 植物生理学是研究植物生命活动规律的科学,请具体谈一谈这里的生命活动应包括哪些方面的内容。(6分)

6. 简述小液流法测定植物组织水势的原理。如果试验中得到下面的结果,请计算出被测植物组织的水势。其中 R=0.082 大气压·升$^{-1}$·摩尔$^{-1}$·度$^{-1}$,$CaCl_2$解离常数 i=2.6,温度为 t=27°C。如果想要获得该植物组织水势更准确的结果,应怎样进行下一步的实验设计(仍采用小液流法)?(10分)

试管编号	1	2	3	4	5	6	7
$CaCl_2$浓度(M)	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
蓝色液滴移动情况	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑

河北农业大学2003年硕士研究生
《植物生理学》试题
（农学、植保、园艺等专业）

一、名词解释（10分）

1. 平衡溶液　　2. 光饱和现象

3. 后熟作用　　4. 植物对逆境的交叉适应

5. 识别蛋白

二、填空（20分）

1. ___1___、___2___和___3___被公认为我国植物生理学的奠基人。

2. 在灰分分析试验基础上，通过___4___方法确定了植物生长发育所必需的矿质元素。

3. 要进行合理灌溉，必须了解___5___，它包含以下3方面的内容：___6___、___7___、___8___。

4. 农作物经济产量与光合作用的关系为：经济产量 = ___9___。

5. 对光合产物运输有较大影响的3种矿质元素是：___10___、___11___、___12___，它们影响光合产物运输的原因分别是：___13___、___14___、___15___。

6. 高浓度的生长素抑制植物生长是因为：___16___。

7. 农业生产上用于果实催熟的乙烯利，化学名称是___17___，它在___18___条件下可释放出乙烯。

8. 果树生产上出现“大小年、隔年果”的原因是___19___。

9. 将黄麻、洋麻从南方引到北方种植可以提高纤维的产量和品质，原因是___20___。

三、选择题（单项或多项选择）（5分）

1. 有机物约占植物干物质重的（　　）。

A. 80% ~90%　B. 90%以上　C. 50% ~80%　D. 50%以下

2. 非环式光合磷酸化产物是（　　）。

A. O_2、$NADPH_2$、ATP　B. O_2、ATP　C. O_2、$NADPH_2$　D. ATP

3. 下列农作物中，属于长日照植物的有（　　）。

A. 小麦　B. 大豆　C. 油菜　D. 甘蔗

4. 下列植物种子中，属于需光种子的有（　　）。

A. 莴苣　B. 西瓜　C. 拟南芥　D. 水稻

5. 下列农作物中，具有春化现象的有（　　）。

A. 冬小麦　B. 玉米　C. 水稻　D. 白菜

四、问答题（40分）

1. 生长抑制剂与生长延缓剂对植物生长的影响有何不同？并各举出两例。（4分）

2. 植物生理学是研究植物生命活动规律的科学，请具体谈一谈这里的生命活动应包括哪些

方面的内容。(6分)

3. 以玉米为例简述光合作用中的物质和能量转换过程。(8分)

4. 土壤氮素水平及水分状况是如何影响植物根冠比的？并解释其生理原因。(6分)

5. 干旱条件下,植物会发生哪些形态、结构和生理生化方面的变化？(6分)

6. 简述小液流法测定植物组织水势的原理。如果试验中得到下面的结果,请计算出被测植物组织的水势。其中R=0.082大气压·升$^{-1}$·摩尔$^{-1}$·度$^{-1}$,$CaCl_2$解离常数i=2.6,温度为t=27°C。如果想要获得该植物组织水势更准确的结果,应怎样进行下一步的实验设计(仍采用小液流法)？(10分)

试管编号	1	2	3	4	5	6	7
$CaCl_2$浓度(M)	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
蓝色液滴移动情况	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↑

安徽农业大学2003年招收硕士生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（每个名词2分，共20分）

1. 双受精　　2. 代谢库

3. 再分化　　4. 植保素

5. 共质体　　6. light reaction

7. red drop　　8. photoreceptor

9. respiratory chain　10. embryoid

二、是非判断（每题2分，共10分。要求对错误提法加以改正，否则不得分）

1. 位于植物细胞中的色素分子都能吸收和传递光能。

2. 形成液泡的细胞，其水势的下降仅与渗透势有关。

3. 植物激素是植物促进生长发育的不可缺少的营养。

4. 伤呼吸为典型的线粒体内呼吸。

5. 韧皮部的受伤能引起植株水分的运输中断。

三、现象分析（每题5分，共20分）

1. 行道树落叶迟抗寒性差。

2. 蔬菜秧苗搁苗处理移栽成活率高。

3. 用稻草覆盖提高苋菜种子发芽率。

4. 氮肥深施增产显著。

四、实验设计（每题10分，共20分）

1. 现有两份植物材料，请你设计一种实验方法证明各自属于什么光周期类型。

2. 在淹水条件下植物发生偏上性生长，请根据所学知识分析其原因，并设计实验加以证明。

五、问题解答（每题10分，共30分。要求任意选做其中的3道题）

1. 光对植物的生长和发育过程产生那些影响？各表现什么样的机制？

2. 哪些矿质元素与植物的光合作用产生关系？每种矿质元素是通过什么方式影响光合作用？

3. 逆境能引起大部分植物体内脯氨酸含量增加的原因是什么？脯氨酸含量增加有什么意义？

4. 试述光合作用与氮代谢之间的关系。

5. 生长素是如何促进植物的伸长生长的呢？作用机制是什么？

安徽农业大学2004年招收硕士生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（每个名词2分，共30分）

1. 三重反应　　2. 量子效率
3. 交叉适应　　4. 渗透调节
5. 单性结实　　6. 光周期诱导
7. 光形态建成　　8. 组织培养
9. 激素受体　　10. 钙调蛋白
11. 水分平衡　　12. 巴斯德效应
13. 光合滞后期　　14. 希尔反应
15. 呼吸系数

二、是非判断与改正题（每题2分，共20分）

1. 质壁分离法测定的是细胞处于初始质壁分离状态时的水势，也就是渗透势。
2. 植物体内的氮大多以氨基酸和蛋白质形式出现，呈高度氧化态。
3. 黄化植株不能进行光合作用是因为缺乏阳光，一旦照光，就立即恢复光合作用功能。
4. 感病死亡的细胞仍可测定到呼吸强度。
5. 含氮有机物和激素运输通道仅限于韧皮部。
6. 绿色茎组织对生长素的敏感度大于黄化茎组织。
7. 与变温相比，恒温更有利于植物种子的萌发。
8. 南麻引种到辽宁花期延迟，纤维产量和质量下降。
9. 草莓成熟时呼吸速率逐渐下降，而不存在呼吸跃变。
10. 干旱处理可降低水稻幼苗的抗冷性。

三、运用植物生理学知识解释下列现象（每题5分，共40分）

1. 夏天强光下栽培花卉用遮阳网。
2. 水能调肥，水能控肥。
3. 庄稼施肥不当引起烧苗。
4. 苋菜深播或浅播后用稻草覆盖发芽高。
5. 早春晚霜对作物危害大于初冬早霜的危害。
6. 菜苗移栽前搁置一段时间有利于提高其移栽成活率。
7. 用人工光照调控菊花的花期。
8. 发酵揉制红茶。

四、论述题（每题15分，共60分）

1. 试述植物的硝酸还原、氮代谢与光合作用的关系。

2. 水是如何土壤进入植物体内及其各部分并进而扩散到空气中？

3. 生长素的使用浓度不同所产生的效果差异很大，你对此是如何认识的？请结合所学知识设计在什么情况下采用高浓度，什么情况下采用低浓度？

4. 何谓营养生长和生殖生长？试述两者的关系，并根据需要提出协调措施。

安徽农业大学2005年招收硕士生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（每个名词2分，共30分）

1. 三重反应　　2. 活性氧
3. 极性运输　　4. 信号转导
5. 种子劣变　　6. 单盐毒害
7. 光合链　　8. 生理休眠
9. 双受精　　10. 蒸腾效率
11. 生长大周期　　12. 光补偿点
13. 交替途径　　14. SOD
15. CaM

二、是非判断与改正题（每题2分，共20分）

1. 用小液流法测定植物组织的水势，若组织吸水，溶液浓度增大，则液滴上升。
2. 植物体内的氮大多以氨基酸和蛋白质形式出现，呈高度氧化态。
3. PQ的还原需要各一个 e^- 和 H^+。
4. 感病死亡的细胞仍可测定到呼吸强度。
5. 蔗糖是叶绿体向细胞质输送的主要光合产物。
6. 生长素诱导细胞壁可塑性增加对植物的死活细胞均有效。
7. 采用农业措施调控植株或器官的大小必须在植株或器官生长最快时期进行。
8. 能使植物生长最健壮的温度叫生长的最适温度。
9. 暗诱导后植物组织和细胞中的光敏色素主要呈Pfr型。
10. 植物的衰老是一个可逆的变化过程，可通过多种措施加以调控。

三、运用植物生理学知识解释下列现象（每题5分，共40分）

1. 果树的“丛叶病”。
2. 通常植物白天硝酸还原速率显著快于夜间。
3. C_4植物 CO_2 饱和点比 C_3 植物低。
4. 植物的伤呼吸。
5. 用浅蓝色塑料薄膜培育健壮的水稻秧苗。
6. 菜苗移栽前搁置一段时间有利于提高其移栽成活率。
7. 用人工光照调控菊花的花期。
8. 光合“午休”。

四、论述题（每题15分，共60分）

1. 试述植物的水分代谢与矿质营养的关系。

2. 氧在植物体内是如何产生的呢？氧过多对植物会产生什么危害呢？

3. 生长素的使用浓度不同所产生的效果差异很大，你对此是如何认识呢？请结合所学知识设计在什么情况下采用高浓度，什么情况下采用低浓度？

4. 何谓根冠比？哪些因素影响植物的根冠比？如何影响呢？

华中农业大学2004年硕士研究生入学考试试题

（植物生理学）

（注意：所有答案必须写在答题册上，不得写在试题册上，否则无效）

一、名词解释（40分，每题4分）

1. 磷光现象（　　）与荧光现象（　　）。
2. 量子效率（　　）与量子需要量（　　）。
3. 共质体（　　）与质外体（　　）。
4. 渗透调节（　　）与交叉适应（　　）。
5. 第一信使（　　）与第二信使（　　）。
6. 光系统（　　）与原初反应（　　）。
7. 植物激素（　　）与植物生长调节剂（　　）。
8. 脱分化（　　）与再分化（　　）。
9. 植物生长的最适温度（　　）与协调最适温度（　　）。
10. 日中性植物（　　）与中日性植物（　　）。

二、写出下列常用缩写符号的中文名称（10分，每题1分）

CAM	TTC
PQ	BSC
Rubisco（RuBPCO）	IP_3
PEP	SOD
HSPs	ACC

三、填空题（每空1分，共20分）

1. 膜脂不饱和脂肪酸含量越高，植物抗冷性就越__1__。自由水/束缚水比值越小，则植物的抗逆性__2__。
2. 交叉适应的作用物质就是__3__。
3. 植物的光周期现象是美国园艺学家__4__和ALLard在1920年研究日照长度对__5__开花的影响时发现的。
4. 植物成花诱导中，感受光周期诱导和低温的部位分别是__6__和__7__。
5. 在组织培养诱导根芽形成时，当CTK/IAA的比值高时，诱导__8__的分化，__9__诱导__10__的分化。
6. 植物生长的相关性，主要表现在3个方面：__11__．__12__和__13__。
7. 在光合电子传递中最终电子供体是__14__，最终电子受体是__15__。
8. 细胞分裂素生物合成是在细胞的__16__中进行的。
9. 双光增益效应说明__17__。
10. 光敏色素有两种类型：__18__和__19__，其中__20__型是生理激活型。

四、是非判断题(对的标 T,错的标 F,每题 1 分,共 15 分)

1. IAA 促进根的生长,CTK 促进茎生长。( )

2. 植物的光形态建成中,温度是体外最终重要的调节因子。( )

3. 豆科植物种子吸水量较禾谷类大,因为豆类种子含蛋白质丰富。( )

4. 凡是有生活力的种子,遇到 TTC 后,其胚即呈红色。( )

5. 植物营养器官的生长过程对生殖器官的生长的抑制作用。( )

6. 硅对于水稻有良好的生理效应,是属于植物必需元素。( )

7. 胞饮作用是细胞没有选择性地吸收物质的过程。( )

8. 所谓生理碱性盐是指化学上具有碱性的盐。( )

9. 在植物体内必需元素的量越多越有利于植物的生长发育。( )

10. 若在光期中插入一短暂的暗期,对长日植物和短日植物的开花反应都没有什么影响。( )

11. 适当延期授粉有可能克服自交和远缘杂交的不亲和性。( )

12. 湖北光敏核不育水稻在短日下不育,在长日下可育。( )

13. 种子吸胀吸水的蒸腾作用都是需要呼吸作用直接供能的生理过程。( )

14. 植物根系吸水快慢和有无,决定于导管汁液与外界溶液之间的水势差异的大小有无。( )

15. 作物一定时期缺水并不一定会降低产量,还可能对作物增产更为有利。( )

五、简答题(共 30 分,每题 6 分)

1. 光合磷酸化有几种类型? 其电子传递有什么特点?

2. 生长素与乙烯合成有何关系? 为什么?

3. 细胞质壁分离现象可以说明哪些细胞生理问题?

4. 植物必须矿质元素要具备哪些条件?

5. 高等植物的碳同化途径有几条? 哪条途径才具备合成淀粉等光合产物的能力?

六、论述、分析题(共 35 分)

1. 试述光在植物生长发育的中的作用。(15 分)

2. 设计一个试验:证明植物的光周期反应类型,并证明某一生理过程与光敏色素有关。(10 分)

3. 请分析:有人提出用基因工程手段将 C_3 植物改造成 C_4 植物,其工作的主要内容是什么? 有哪些进展,分析其可行性。(10 分)

华中农业大学2005年硕士研究生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（共40分，每题4分）

1. 呼吸跃变　　2. 蒸腾系数

3. 单盐毒害　　4. 激素受体

5. 光形态建成　6. 花熟状态

7. 短日植物　　8. 光补偿点

9. 冷害　　10. 光合作用的光抑制

二、单项选择题（共15分，每题1分）

1. 种子休眠的原因有多种，下面哪些说法是正确的？（　　）

A. 温度低　　B. 氧气缺乏　　C. 水分不足　　D. 胚未成熟

2. 水的光解是（　　）于1937年发现的。

A. Hill　　B. Darwin　　C. Calvin　　D. Hatch

3. 光合作用的暗反应是在（　　）中进行的。

A. 叶绿体膜　　B. 类囊体膜　　C. 细胞膜　　D. 叶绿体间质

4. 下列哪一组元素都是植物必须的矿质元素（　　）？

A. 氮、磷、碳　　B. 钾、钙、银　　C. 镁、硼、锌　　D. 磷、钾、硒

5. 将东北的冬小麦引至广东种植不能开花结实，其主要原因是（　　）。

A. 光照太强　　B. 温度太高　　C. 湿度太大　　D. 营养缺乏

6. “生理干旱”是指下列哪种原因造成的？（　　）

A. 大气温度低　　B. 土壤盐浓度过高　C. 土壤水分含量低　D. 蒸腾作用太强

7. 促进黄瓜雄花形成的植物激素是（　　）。

A. IAA　　B. CTK　　C. GA　　D. ABA

8. 将一个充分为水饱和的细胞放入纯水中，其体积（　　）。

A. 增大　　B. 减小　　C. 增大或减小　　D. 不变

9. 缺素症首先表现在幼叶上的元素是（　　）。

A. Ca　　B. P　　C. K　　D. Mg

10. Pfr吸收（　　）nm波长的光后转变为Pr。

A. 660　　B. 680　　C. 700　　D. 730

11. CTK主要在植物的（　　）中合成的。

A. 根尖　　B. 茎尖　　C. 叶片　　D. 腋芽

12. 光合产物蔗糖的合成部位是（　　）。

A. 叶绿体　　B. 线粒体　　C. 内质网　　D. 细胞质

13. 根系吸收矿质元素最活跃的部位是（　　）。

A. 根冠 B. 根毛区 C. 伸长区 D. 分生区

14. C_3植物同化 1 分子 CO_2需活跃的部位是(　　)。

A. 2 B. 3 C. 12 D. 18

15. 筛管汁液中含量最高的无机离子是(　　)。

A. Zn^{2+} B. Na^+ C. Mg^{2+} D. K^+

三、填空题(每空 1 分,共 25 分)

1. 光反应中产生的被称为同化力的物质是__1__和__2__。

2. 促使气孔关闭的植物激素是__3__,延缓衰老的植物激素是__4__。

3. 以富含氢的脂肪为呼吸底物时,其呼吸商__5__。

4. 发生呼吸跃变之前,果实内含量明显升高的植物激素是__6__。

5. PSI 的反应中心色素是__7__,PS II 的反应中心色素是__8__。

6. GA 有 100 多种,其基本结构是__9__。

7. 光敏色素是由__10__和__11__组成的。

8. PEPC 是催化__12__和 CO_2形成__13__的酶。

9. 植物内同化物的主要运输形式是__14__。

10. 植物细胞中的第二信使系统主要有__15__、__16__、__17__等。

11. 植物感受光周期的部位是__18__。

12. 成花素假说认为成花素是__19__和__20__组成的,LDP 在短日下不能开花是由于__21__不能形成所致。

13. 植物感病后,呼吸作用__22__,__23__途径增强。

14. 光合电子传递链的最初电子供体是__24__,最终电子受体是__25__。

四、判断是非题(对者打√,错者打×。每题 1 分,共 10 分)

1. 光以信号的方式影响植物的生长发育,即光合作用。(　　)

2. 光呼吸是活细胞在光下吸收氧气释放 CO_2的过程。(　　)

3. 把一个细胞放入与之细胞液浓度相等的溶液中,其体积不变。(　　)

4. 在较短日照下开花的植物叫短日植物。(　　)

5. 将北京的番茄引至武汉种植,其生育期不变。(　　)

6. 生长素的合成前体是色氨酸。(　　)

7. 激动素是第一个从烟草髓细胞中提取出的促进细胞分裂的物质。(　　)

8. 膜脂中不饱和脂肪酸含量越高,植物的抗寒性越强。(　　)

9. 光合细胞中的同化物向筛管中装入,是逆着浓度梯度进行的。(　　)

10. 土壤中氮肥的水分充足,可促进雌花形成。(　　)

五、问答题(任选 5 题,每题 12 分,共 60 分)

1. 何谓光合磷酸化?请简述光合磷酸化的机制。

2. 何谓代谢源与代谢库?请举出两个生产上调节源库关系以提高产量的例子。

3. 植物光周期反应的主要类型有几种?试以一种类型的植物为例,说明光周期反应类型与作物引种间的关系。

4. 用钾离子积累学说解释气孔运动的机制。

5. 试述植物必需元素的判断标准。合理施肥为什么使作物能够增加产量？

6. 举出两种鉴定植物抗逆性的方法，并简述其原理。

华中农业大学2006年硕士研究生入学考试试题

（植物生理学）

一、名词解释（共30分，每题2分）

1. 水通道蛋白　　2. 渗透调节
3. 交叉适应　　4. 爱默生效应
5. 温度补偿点　　6. 呼吸跃变
7. 种子休眠　　8. 钙调节蛋白
9. 协调最适温度　　10. 光合磷酸化
11. 无氧呼吸熄灭点　　12. 压力流动学说
13. 花熟状态　　14. 向性运动
15. 平衡溶液

二、常用缩写符号翻译（共10分，每题1分。英文符号译成中文术语，中文术语用英文缩写表示出来）

1. PQ　　2. ACC
3. HSPs　　4. TTC
5. CaM　　6. 程序性细胞死亡
7. 1,5－二磷酸核酮糖羧化酶　　8. 呼吸商
9. 磷酸烯醇式丙酮酸　　10. 维管束鞘细胞

三、填空题（共40分，每空1分，按序号顺序将答应写在答题纸上）

1. 用以解释气孔运动的机制有3种学说：__1__、__2__和__3__。
2. 在光合作用时，C_3植物的主要CO_2固定酶有__4__，而C_4植物固定CO_2的酶有__5__、__6__。
3. 植物的光周期现象是美国园艺学家Garner和Allard在__7__年研究日照长度对__8__开发的影响时发现的。
4. 在光合电子传递中最终电子供体是__9__，最终电子受体是__10__。
5. __11__效应说明光合作用中由两个光系统共同作用。
6. 光敏色素有两种类型：Pr为__12__型，Pfr为__13__型，其中__14__是生理激活型。
7. 光合作用的产物主要以__15__形式运出叶绿体，又以__16__形式进行长距离向下运输。
8. 有生活力的种子，遇到TTC后，其胚呈__17__色，原因活种子具有__18__酶的活性。
9. 光周期敏感雄性不育水稻在一定温度条件下，__19__光照诱导雄性败育。
10. 1917年，__20__在美国的《植物学公报》（Batanical Gazette）发表了“钡、锶、铈对水绵属的特殊作用”一文，这是中国人应用近代科学方法研究植物生理学的第一篇文献。

11. “南罗北汤”是两位著名的中国植物生理学家。他们是上海的__21__和北京的__22__。

12. 某种植物每制造1 g干物质需要消耗水分500 g,其蒸腾系数为__23__,蒸腾效率为__24__。

13. 植物组织培养的理论依据是__25__。

14. 引起种子重度休眠的原因有__26__、__27__和__28__等。

15. 乙烯生物合成的调节酶是__29__。

16. 植物碳同化的最初产物中C_3是__30__,C_4是__31__。

17. 植物进出质膜的方式有3种:__32__转运、__33__转运和依赖于膜运动的__34__转运。

18. 花粉管朝珠孔方向生长,属于__35__运动;根向下生长,属于__36__运动;含羞草遇外界刺激,小叶合拢,属于__37__运动;合欢小叶的日开夜闭动动属于__38__运动。

19. 短日植物南种北引,则生育期__39__,长日植物南种北引,则生育期__40__。

四、选择题(共20分,每小题2分)

1. 1648年,_____进行了柳树栽种试验。得出了柳树是由水构成的错误结论。

A. J. B. van Helmont　B. W. Pfeffer　C. J. Sachs　D. N. A. Maximov

2. 矿质营养学说是由德国的_____1840年建立的。

A. J. von Liebig　B. J. B. van Helmont　C. W. Knop　D. J. Sachs

3. 作为乙烯生物合成前体的氨基酸是(　　)。

A. 丝氨酸　B. 色氨酸　C. 酪氨酸　D. 蛋氨酸

4. 对短日照植物水稻从7:00—12:00,13:00—21:00进行两次光照处理,其他时间为暗处理,对照为13 h光照连续处理,其抽穗期对比照(　　)。

A. 相同　B. 延迟　C. 提早　D. 都不抽穗

5. 将东北的冬小麦引至广东植不能开花结实,其主要原因是(　　)。

A. 温度高　B. 光照短　C. 雨水多　D. 营养缺乏

6. 目前认为交叉适应性的作用物质是(　　)。

A. 脯氨酸　B. 甜菜碱　C. 赤霉素　D. 脱落酸

7. 叶绿素分子能产生荧光,这种荧光的能量来自绿素分子的(　　)。

A. 基态　B. 第一单线态　C. 第二单线态　D. 三线态

8. (　　)两种激素在气孔开放方面是相互拮抗的。

A. 赤霉素与脱落酸　B. 生长素与脱落酸　C. 生长素与乙烯　D. 赤霉素与乙烯

9. 光呼吸乙醇酸代谢途径的底物主要来源于(　　)的作用。

A. RuBP羧化酶　B. RuBP加氧酶　C. 乙醇酸与乙烯　D. PEP羧化酶

10. 所有植物种子的萌发都必须具备的条件是_____。

A. 光、温度和水　B. 水、温度和O_2　C. 光、温度和O_2　D. 光、水和O_2

五、问答题(共30分,每小题6分)

1. 为什么追加氮肥可以提高光合速率?

2. 植物在逆境条件下合成的逆境蛋白主要有哪些种类?有何作用?

3. 常用的植物光合速率测定方法有哪些？测定时的主要注意事项是什么？

4. 赤霉素解除种子休眠的机制是什么？

5. 高山上的植物为何长得很矮小？

六、分析题(共20分)

1. 采取哪些措施可以调节植物生长的形态结构？分析其生理基础。(12分)

2. 现代农业生产中,大规模应用人工设施进行作物种植。请分析长期应用温室或固定塑料大棚进行农业生产可能带来的需要植物生理学研究解决的新问题。(8分)

(75 分)

东北农业大学
2003 年攻读硕士研究生入学考试试题
(植物生理学)

一、填空题(每空 1 分,共 20 分)

1. GA 生物合成的前体物是__1__。
2. 以脂肪酸为呼吸底物,呼吸商为__2__。
3. 玉米植株缺 Fe 时,其病症首先出现在__3__,因为 Fe 是__4__元素。
4. 植物的水分临界期通常是在__5__。
5. 维持原生质胶体稳定的因素有__6__和__7__。
6. CAM 植物白天含糖量__8__,晚间含糖量__9__。
7. 植物细胞信号转导的途径可分为__10__、__11__、__12__、__13__4 个阶段。
8. 加速橡胶泌乳的激素是__14__,解除大豆顶端优势可喷洒__15__。
9. 长日植物南种北移,生育期__16__。
10. 引起落叶树木叶子脱落的主要环境信号是__17__。
11. 植物对逆境抵抗的方式有__18__和__19__。
12. 种子成熟时积累的磷化物主要是__20__。

二、单项选择(每小题 1 分,共 10 分)

1. 与氧亲和力最强的末端氧化酶为(　　)。

A. 交替氧化酶　　B. 细胞色素氧化酶　　C. 酚氧化酶　　D. 乙醇酸氧化酶

2. IAA 氧化酶的两个辅基是(　　)。

A. Mg 和 Mn　　B. Zn 和酚　　C. Mn 和单元酚　　D. Mg 和单元酚

3. 筛管中含量最多的物质是(　　)。

A. 氨基酸　　B. 有机酸　　C. 淀粉　　D. 蔗糖

4. 光周期的感受部位是(　　)。

A. 根尖　　B. 茎尖　　C. 叶片　　D. 分生组织

5. 植物体内同化物分配总的规律是(　　)。

A. 向叶　　B. 向果实　　C. 向花　　D. 由源到库

6. 乙烯利的贮藏条件是(　　)。

A. pH > 4　　B. pH < 4　　C. pH = 4　　D. pH > 7

7. 植物受旱情况下,体内发生积累的氨基酸是(　　)。

A. 赖氨酸　　B. 谷氨酸　　C. 脯氨酸　　D. 胱氨酸

8. 花粉与柱头相互识别的分子基础是(　　)。

A. 纤维素　　B. 蛋白质　　C. 维生素　　D. 激素

9. 将一个细胞放入与其胞液浓度相等的糖溶液中,则细胞(　　)。

A. 失水　　B. 既不吸水也不失水

C. 既可能吸水也可能保持平衡　　D. 既可能失水也可能保持平衡

10. 在组织培养中,IAA/CTK 比值高,诱导愈伤组织分化(　　)。

A. 根　　B. 茎　　C. 叶　　D. 芽

三、名词解释(每个 1 分,共 5 分)

1. 细胞骨架　　2. 水孔蛋白

3. 离子通道　　4. 脱分化

5. 胁变

四、简答题(每小题 5 分,共 30 分)

1. 水的存在形式与原生质的胶体状态及其代谢活动有何关系?

2. 光对种子萌发的影响是什么?

3. 简述植物衰老的核酸理论。

4. 植物向光性产生的原因是什么?

5. 简述硫氢基假说。

6. 如何判断一块大豆田里的大豆植株是否需要灌溉?

五、论述题(共 10 分)

在光下,小麦植株是如何利用 CO_2 形成糖的?

（50 分）

东北农业大学
2003 年攻读博士研究生入学考试试题
（植物生理学）

1. 植物半不育和不育研究的意义？如何获得并保存该类型植物材料？

2. 已发现“东农 42”大豆由来的矮秆突变体，其株高由 130 降到 50，如何利用相关知识证明这种矮化与植物激素代谢有关？

3. 2003 年春季，黑龙江省有 50 天左右无雨，造成春旱使农作物减产，应用植物生理学中的水分和抗逆性生理两章的知识，从环境与作物的关系论述如何减少灾害。

4. 为了提高玉米产量常常采用杂交制种技术，从理论上采用何措施能够使大豆也像玉米一样提高产量？

5. 根据对模拟植物拟南芥的研究，将对水稻基因做全面分析。水稻根系中有种子根、侧根、冠根和根毛 4 种组织，如果能够得到任何一种组织的缺失突变体，都将对水分和矿质吸收的研究产生重要的意义。试论其意义、研究方法和路线，理论和生产上的价值及相应的概念。（以侧根突变体为例，从外源基因转导和内源基因改良两个方向论述，假设袁隆平的亩产 800 kg 超级稻的侧根数量多）。

(75 分)

东北农业大学
2004 年攻读硕士研究生入学考试试题
(植物生理学)

一、填空(每空 1 分,共 20 分)

1. 将已发生质壁分离的细胞放入清水中,细胞的水势变化是__1__,压力势变化趋势是__2__,当__3__时,细胞停止吸水。

2. 植物激素中的__4__能延迟叶片衰老。

3. GA 在种子萌发过程中对 α-淀粉酶的诱导是:由__5__产生 GA,运到__6__诱导 α-淀粉酶的合成。

4. 线粒体内的末端氧化酶有:__7__、__8__二种。

5. 乙烯的生物合成前体物质是__9__。乙烯利在 pH __10__,分解放出乙烯。

6. 种子休眠的主要原因是__11__、__12__和__13__。

7. 植物感受光周期的主要部位是__14__。

8. 植物必需元素中能再利用的元素有__15__。

9. 蓝光抑制生长的原因是__16__。

10. 高比例的 Pfr/Pr 促进__17__植物成花,抑制__18__植物成花。

11. 植物衰老的基本特征是__19__。

12. 大气污染对植物有毒的气体有多种,最主要的是__20__等 3 种。

二、单项选择题(每题 1 分,共 10 分)

1. 秋天路灯下的树木落叶较晚,这是因为(　　)。

A. 光合作用时间延长,叶中积累了较多的糖

B. 路灯散发的热,使空气温度升高

C. 光照时间延长,延迟了叶内诱导休眠物质的形成

D. 路灯的光和热延长了叶片的生育期

2. 水稻种子中贮藏的磷化物主要是(　　)。

A. 无机磷化物　　B. ATP　　C. 磷脂　　D. 肌醇六磷酸

3. 果实成熟时,呼吸跃变由体内合成或外施哪种物质参与控制(　　)。

A. GA　　B. CTK　　C. ABA　　D. Eth

4. 假如菊花要延迟到第二年春节开花,对正常生长的菊花要进行下列(　　)处理。

A. 低温处理　　B. 高温处理　　C. 遮光处理　　D. 人工补充光照处理

5. 用 TIBA 处理大豆植株则(　　)。

A. 加强植株的顶端优势　　B. 抑制植株的顶端优势

C. 与对照植株一样　　D. 使植株衰老死亡

6. 影响粮食贮藏期限的主要因子为(　　)。

A. 温度　　B. 种子含水量　　C. O_2浓度　　D. CO_2浓度

7. 有一充分饱和的细胞,将其放入比细胞液浓度低 10 倍的溶液中,则细胞体积(　　)。

A. 不吸水也不失水,体积不变　　B. 失水,体积变小

C. 吸水和失水速度相等,体积不变　　D. 吸水,细胞体积变大

8. 叶片中 NO_3^- 还原的部位是(　　)。

A. 细胞质　　B. 叶绿体　　C. 过氧化体　　D. 线粒体

9. 植物体内同化物分配总的规律是(　　)。

A. 向叶　　B. 向果实　　C. 向光　　D. 源到库

10. 科学家彼德·阿格雷(Peter Agre)和罗伯特·麦金农(Robert MacKinnon)获得了 2003 年诺贝尔化学奖,他们的主要工作是发现了(　　)。

A. 钙调蛋白和水孔蛋白(水通道)　　B. 离子通道和水孔蛋白(水通道)

C. 钙调蛋白和水孔蛋白(水通道)　　D. ATP 酶和离子通道

三、多项选择题(每题 1 分,共 5 分)

1. 可作为灌溉生理指标有(　　)。

A. 胞液浓度　　B. ψ_S　　C. ψ_w　　D. 气孔开度　　E. 酰胺含量

2. 下列元素中植物必需的微量元素有(　　)。

A. 硫　　B. 硅　　C. 砷　　D. 氢　　E. 氯　　F. 钼　　G. 硼

3. 细胞浆的性质是(　　)。

A. 界面扩大　　B. 亲水性　　C. 双电层　　D. 液晶性质　　E. 自主复制

4. 下列(　　)现象可以证明根压的存在。

A. 溢泌　　B. 伤流　　C. 愈伤流　　D. 吐水　　E. 渗透

5. 压力流动学说不能解释的事实有:(　　)。

A. 双向运输　　B. 溢泌现象　　C. 定向运输

D. 集流的总压力势梯度计算值与实际测定值不符

四、名词解释(每小题 1 分,共 5 分)

1. 内质网　　2. 荧光现象

3. -SH 基假说　　4. 脱分化

5. 渗透胁迫

五、简答题(每题 5 分,共 30 分)

1. 植物生长调节剂在农业生产中的应用前景是什么?

2. 简述研究植物抗逆性的常用实验方法(举 3 个例子说明)。

3. 简述细胞中的第二信使及其作用模式。

六、论述题(每题 10 分,共 20 分)

1. 何谓分子育种?举例说明它在理论上与生产上的意义。

2. 植物矮化的原因有哪些?如何加以证明?

（100 分）

东北农业大学
2005 年攻读博士研究生入学考试试题
（植物生理学）

一、名词解释

1. 细胞全能性　　2. 钙调素

3. 植物凝集素　　4. ABC 模型

5. 生理干旱

二、问答题

1. 试述植物激素与植物矮化（或植物保鲜）的关系。

2. 试述 Rubisco 的特点，及其对光合作用的重要性。

3. 从植物生理学的角度分析说明玉米比小麦的产量高。

4. 试述植物次生代谢物的种类及其在植物体内的作用与应用。

5. 任举一例，试述如何运用基因工程技术将植物的抗逆性为人类服务？（要求设计工作思路）。

6. 2004 年 8 月，某新闻媒体报道了哈尔滨市周边地区大面积玉米不结实现象，造成严重减产。据调查考证，此现象与当年哈尔滨气温偏低有关。试从逆境植物生理学角度分析说明此次玉米不结实现象的原因，如何避免此现象的发生。

(75 分)

东北农业大学
2005 年攻读硕士研究生入学考试试题
(植物生理学)

一、填空题(每空 1 分,共 20 分)

1. 植物生理学史上第一位用柳树栽培实验探索植物生命活动规律的科学家是__1__。

2. 夏季中午,当植物发生暂时萎蔫时,叶细胞的 ψ_w __2__ ψ_s,根毛细胞 ψ_w __3__ ψ_s,根毛细胞 ψ_w __4__ 土壤溶液中 ψ_w。(用 =、<、> 等符号表示)

3. 植物供__5__不足时,叶脉仍绿而脉间变黄,有时呈紫红色,严重时形成坏死斑点。

4. 筛管中含量最高的有机溶质是__6__,证明的方法是__7__,而含量最高的无机离子是__8__。

5. 乙烯生物合成的前体物质是__9__,可作为抗蒸腾剂的激素是__10__。

6. 植物组织培养的理论基础是__11__。

7. 细胞信号传递的分子途径可分为 4 个阶段,依次是__12__、__13__、__14__、__15__。

8. 当 CTK/IAA 的比值高时,诱导愈伤组织分化成__16__;C/N 比值高时,__17__长日植物开花。

9. C_3 植物固定 CO_2 的受体是__18__、C_3 植物固定 CO_2 的酶是__19__。

10. 干旱条件下,不抗旱品种体内积累脯氨酸较抗旱的__20__。

二、单项选择题(每题 1 分,共 10 分)

1. 光周期诱导过程中,暗期间断最有效的光是(　　)。

A. 白光　　B. 红光　　C. 远红光　　D. 绿光

2. 花粉与柱头相互识别的分子基础是(　　)。

A. 糖蛋白　　B. 脂蛋白　　C. 酶蛋白　　D. 核蛋白

3. 光合产物主要以什么形式运出叶绿体?(　　)

A. 丙酮酸　　B. 磷酸丙糖　　C. 蔗糖　　D. G-6-P

4. 越冬作物体内可溶性糖含量(　　)。

A. 增多　　B. 减少　　C. 变化不大　　D. 无变化

5. 落在柱头上的花粉数量越多、密度越大,花粉生长越有利,这种现象叫做(　　)。

A. 极性　　B. 再生作用　　C. 集体(群体)效应　　D. 细胞分化

6. 感受春化作用的部位是(　　)。

A. 根　　B. 叶　　C. 茎尖分生细胞　　D. 花

7. 促进莴苣种子萌发的光是(　　)。

A. 蓝紫光　　B. 红光　　C. 远红光　　D. 红光后一个远红光

8. 忍受盐害的主要方式是(　　)。

A. 排盐　　B. 拒盐　　C. 将盐稀释　　D. 维持低的渗透势

9. 解释植物旱害和冻害机制的共同学说是(　　)。

A. 酸生长学说　　B. 硫氢基假说　　C. 自由基学说　　D. 离子泵学说

10. 诱导离层区果胶脂与纤维素酶形成的激素是(　　)。

A. IAA　　B. GA　　C. CTK　　D. ETH

三、多项选择题(每题 1 分,共 5 分)

1. 植物体内清除自由基的防护体系包括(　　)。

A. 抗氧化物质　B. 多糖　C. 氨基酸　D. 抗氧化酶　E. 氧化酶

2. 参与水的光解放氧的矿质元素是(　　)。

A. 锰　B. 氯　C. 钼　D. 锌　E. 硼

3. 果实成熟过程中,果肉变软的原因有(　　)。

A. 淀粉减少　B. 果胶分解　C. 单宁氧化　D. 酸类转化　E. 乙烯的释放

4. 非环式光合磷酸化的结果是(　　)。

A. 水的光解　B. 氧气释放　C. $NADH_2$形成　D. $NADPH_2$形成　E. ATP 形成

5. 下列现象受光敏素调节(　　)。

A. 种子萌发　　B. 再生作用　　C. 花诱导　　D. 叶片运动　　E. 极性

四、名词解释(每题 2 分,共 10 分)

1. 抗氰呼吸　　2. 源 - 库单位

3. G 蛋白　　4. 协调最适温度

5. 弹性协变

五、简答题(每题 4 分,共 20 分)

1. 高等植物呼吸作用的特点及其意义是什么?

2. 自由基为什么能加速植物衰老?

3. 简述根系对水分和盐分吸收的关系。

4. 简述 Rubisco 的双重性。

5. 现有 2 盆溶液培养 2 周的玉米苗:(1) 是完全培养液,(2) 是缺 Mg 培养液处理。试问,通过你所学过的植物生理实验,测定哪种生理指标,能说明 Mg 元素的生理作用?[提示:(1) 原理;(2) 主要仪器;(3) 主要操作过程;(4) Mg 的主要生理作用。]

六、论述题(10 分)

今年 8 月份,哈尔滨新闻夜航节目报道了一起哈尔滨市周边地区大面积玉米(丰合 10 品种)不结实,造成严重减产的新闻。据调查考证,此现象与今年哈尔滨市的气温偏低(7 月 25 日到 8 月 5 日的平均气温比往年低 3℃)有关。试从植物生理学角度分析说明此次玉米不结实风波的原因。

中国林业科学研究院
2004年硕士学位研究生入学考试试题
（植物生理学）

（该科满分150分，考试时间为180分钟，请将答案写在答题纸上，不用抄题，标清题号）

一、名词解释（前13个每个2分，最后1个4分，共30分）

1. 原生质体　　2. 吐水
3. 生理酸性盐　　4. 希尔反应（Hill reaction）
5. 呼吸商　　6. 极性运输
7. 光形态建成　　8. 植物衰老
9. 交叉适应　　10. 细胞周期
11. 激素受体　　12. 脱分化
13. 乙烯的“三重反应”
14. 写出以下符号的中文名称：

（1）RH　（2）Chl　（3）Fd　（4）Cyt
（5）CaM　（6）ETH　（7）RuBP　（8）SPAC

二、填空题（每空1分，共30分）

1. 细胞内膜系统包括__1__、__2__、__3__以及小泡和液泡等。
2. 植物吸水最有效的区域是根系__4__区。
3. 植物吸收无机盐的方式有__5__和__6__两种。
4. C_3途径每同化1分子CO_2需要消耗__7__ATP和__8__$NADPH + H^+$。
5. 光系统I的中心色素分子是__9__，光系统II的中心色素分子是__10__。
6. 呼吸作用产生H_2O和CO_2，其中H_2O中的氧原子来源于__11__；CO_2中的氧原子来源于__12__和__13__。
7. 糖酵解过程在__14__中进行，三羧酸循环在__15__中进行，光合作用在__16__中进行，光呼吸则需要__17__、__18__、__19__共同参与完成。
8. 同化物在植物体内的短距离运输是通过__20__和__21__完成的。
9. 诱导植物气孔关闭的植物激素是__22__，诱导α－淀粉酶形成的植物激素是__23__，消除植物顶端优势的植物激素是__24__。
10. 组织培养研究证明，当细胞分裂素/生长素高时，诱导__25__分化；低时，诱导__26__分化。
11. 植物感受光周期的主要部位是__27__，而发生光周期反应的部位主要是__28__。
12. 植物完成受精作用后，受精卵发育成__29__，胚珠发育成__30__。

三、选择题（从以下各题的A、B、C、D四个答案中选择一个正确的，将字母填在后面的括号内。每题2分，共30分）

1. 下列4组元素中,都是微量元素的是(　　)。

A. 硫、磷、铁　　B. 镁、钼、钙　　C. 钾、氯、硫　　D. 钼、铜、锌

2. 植物细胞壁的中胶层由果胶多聚糖组成,其中包括(　　)。

A. 果胶酸、果胶酯酸和原果胶　　B. 果胶酸钙盐和镁盐

C. 多聚半乳糖醛酸　　D. 阿拉伯聚糖

3. 光反应形成的同化力是(　　)。

A. ATP 和 $NADP^+$　　B. ATP 和 $NADPH + H^+$

C. ATP 和 $NADH + H^+$　　D. ATP 和 NAD^+

4. 维持植物生长所必需的最低光照强度是(　　)。

A. 低于光补偿点　　B. 等于光补偿点　　C. 高于光补偿点　　D. 等于光饱和点

5. 植物体内呼吸作用的末端氧化酶主要是(　　)。

A. 细胞色素氧化酶　　B. 酯酶　　C. 琥珀酸脱氢酶　　D. 乙酰辅酶 A

6. 植物筛管汁液的干物质中90%以上是(　　)。

A. 蛋白质　　B. 脂肪　　C. 核糖　　D. 蔗糖

7. 对生长素最敏感的植物器官是(　　)。

A. 根　　B. 茎　　C. 叶　　D. 芽

8. 合成赤霉素的前体质是(　　)。

A. 色氨酸　　B. 甲瓦龙酸　　C. 甘氨酸　　D. 吲哚乙酸

9. 种子吸水过程有3个阶段,即(　　)。

A. 缓慢吸水、急剧吸水、停止吸水　　B. 急剧吸水、停滞吸水、再急剧吸水

C. 急剧吸水、缓慢吸水、停止吸水　　D. 缓慢吸水、急剧吸水、缓慢吸水

10. 要使短日植物提早开花,可采取(　　)。

A. 延长日照时间　　B. 缩短日照时间

C. 闪光间断暗期　　D. 长时间持续光照

11. 下列四组酶中,与脱落有关的一组酶是(　　)。

A. 核酸酶和蛋白酶　　B. 果胶酶和酯酶

C. 淀粉酶和脂酶　　D. 纤维素酶和果胶酶

12. 植物经受抗寒锻炼后,膜脂中(　　)含量增加。

A. 饱和脂肪酸　　B. 不饱和脂肪酸　　C. 糖脂　　D. 蛋白质

13. 花粉壁中的识别蛋白属于(　　)。

A. 糖蛋白　　B. 脂蛋白　　C. 色素蛋白　　D. 核蛋白

14. 植物必需的大量元素有(　　)。

A. 13种　　B. 9种　　C. 16种　　D. 7种

15. 0.35 $mg \cdot L^{-1}$IAA 溶液的摩尔浓度是(　　)(注:IAA 的相对分子质量是175)。

A. $2 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$　　B. $2 \times 10^{-6} mol \cdot L^{-1}$　　C. $2 mol \cdot L^{-1}$　　D. $2 \times 10^{-9} mol \cdot L^{-1}$

四、问答题(每题10分,共30分)

1. 植物组织培养技术的理论依据和应用价值是什么?

2. 干旱对植物的伤害有哪些?

3. 同化物运输的主要途径、方向和植物体内的分配规律是什么？

五、简述题(每题10分,共30分)

1. 简述生物膜的结构特征。

2. 简述光、温、水、气和氮素对光合作用的影响。

3. 利用化学渗透学说,简述氧化磷酸化的机制。

中国林业科学研究院
2005 年硕士学位研究生入学考试试题
（植物生理学）

（所有答案必须写在答题纸上，请标明题号）

一、解释名词概念（共 10 个，每个 3 分，共 30 分）

1. 内质网（endoplasmic reticulum，ER）
2. 植物激素（plant hormone/phytohormane）
3. 水分临界期（critical period of water）
4. 离子拮抗（ion antagonism）
5. 光合单位（photosynthetic unit）
6. P/O 比
7. 发育（development）
8. 花熟状态（ripeness to flower state）
9. 衰老（senescence）
10. 渗透调节（osmoregulation，osmotic，adjustment）

二、填空题（共 30 空，每空 1 分，共 30 分）

1. 细胞壁中的蛋白质主要有 1 和 2 两类。
2. 根系主动吸水的动力表现为 3，被动吸水的动力表现为 4。
3. 促进硝酸盐还原为亚硝酸的酶是 5；促进亚硝酸进一步还原的酶是 6。
4. 光合作用的光反应在叶绿体的 7 上进行，CO_2 的固定和还原在叶绿体 8 中进行。
5. 糖类（碳水化合物）在植物体中的运输形式主要是 9，有机氮化合物的运输形式主要是 10 和 11。
6. 植物细胞的运输主要包括 12 和 13 器官间的长距离运输主要是 14。
7. 呼吸作用产生的水分子中的氧源于 15，氢则来源于 16。
8. 某种植物每制造 1 g 干物质需要消耗水分 500 g，其蒸腾系数为 17，蒸腾效率为 18。
9. 植物的运动可以分为 19 和 20 两类。
10. 在北半球，长日照植物，南种北移 21，北种南移 22；短日植物，南种移 23，北种南移 24。
11. 高等植物的根芽分化受 CTK/IAA 比值控制，CTK/IAA 比值高时诱导 25 分化，CTK/IAA 比值低时诱导 26 分化，只加 IAA 时诱导 27 分化。
12. 植物对过多盐分的抵抗有 28，29 和 30 三种方式。

三、正误判断（正确者划√，错误者划 ×，共 15 题，每题 2 分，共 30 分）

1. 水是细胞生命的活动的介质，也是细胞的组成部分。（ ）

2. 呼吸作用是一个耗氧和释放 CO_2 的过程，既不耗氧也不释放 CO_2 的呼吸作用是不存在的。（ ）

3. 日照长度大于 12 h 开花的植物是长日植物，日照长度小于 12 h 开花的植物是短日植物。（ ）

4. 生长素具有极性运输的特性，各部分合成的生长素都只能从植物体的形态学上端向下端运输。（ ）

5. 乙烯和生长素生物合成的前体分子都是氨基酸。（ ）

6. 衰老组织内所含物质大量向幼嫩部分或子代转移的再分配形式是植物中的普遍现象。（ ）

7. 某些沙漠植物以抗性极强的休眠种子度过干旱季节，在雨季来临时迅速萌发完成生活史，所以这类植物属于耐旱型植物。（ ）

8. 在植物光合作用下的电子转移过程中，H_2O 是最终电子供体，CO_2 是最终电子受体。（ ）

9. 将植物细胞放入与其渗透势相等的溶液中，该细胞不吸水，也不失水。（ ）

10. 植物缺氮时，幼叶首先变黄。（ ）

11. 类胡萝卜素对光的吸收峰在 440～450nm 之间。（ ）

12. 种子吸水的 3 个阶段是缓慢吸水、急剧吸水和缓慢吸水。（ ）

13. 油料种子形成过程中，最先积累的贮藏物质是糖类。（ ）

14. 参与糖酵解各反应的酶都存在于细胞质中。（ ）

15. 激动素是植物内源细胞分裂素的一种。（ ）

四、阐述与简答题（共 6 题，每题 10 分，共 60 分）

1. 简述细胞壁和细胞膜的主要功能。

2. 简述生长素作用的基因活化学说。

3. 简述植物代谢源和代谢库之间的辩证关系。

4. 何谓光呼吸？其生理意义有哪些？

5. 分别指出 K、Mg、Fe、Cu、Mn、Zn 等元素在光合作用中的主要生理作用各两项。

6. 目前田间作物的光能利用率很低，一般不到 1%，大面积高产小麦也不超过 2%。试分析其主要原因。

中国农业科学院研究生院
2004 年硕士研究生入学考试试题
（植物生理生化）

（注意：考生答题时，答案必须写在答题纸上，写在试题上的一律无效）

一、植物生理部分（75 分）

（一）名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 渗透势　　2. 春化作用

3. 脱分化　　4. C_4植物

5. 盐呼吸

（二）问答题（共 65 分）

1. 气孔运动的结构基础是什么？（4 分）

2. 简述水孔蛋白及其调节。（6 分）

3. P 在植物体中的生理作用是什么？（6 分）

4. 生长素极性运输的可能机制是什么？（6 分）

5. 植物受到机械损伤后，其代谢途径会有什么改变，意义何在？（6 分）

6. 叙述 ABA 生理作用得以实现的可能有的途径。（8 分）

7. 植物生殖器官发育方面的知识对农业生产的指导意义是什么？（10 分）

8. 详细叙述光对植物的生长影响。（19 分）

二、植物生化部分（75 分）

（一）填空（每题 3 分，共 15 分）

1. 合成时需 PRPP 提供原子的氨基酸是_____。带苯环氨基酸的合成前体是_____和_____。

2. 脂肪酸合成多酶复合体中的非酶成分为_____，该成分的活性部分是_____，活性基团是_____。

3. 蛋白质自动测序仪的工作基础是_____，DNA 自动测序仪工作基础是_____凯氏定氮是利用_____来进行的。

4. 酶的米氏常数 K_m的物理意义是_____，当存在竞争性抑制剂时 K_m_____，K_m也可以用_____求得。

5. 磺胺类抗菌素抑制_____酶；氯霉素抑制_____；转氨酶的辅基成分是_____。

（二）名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 半保留复制　　2. 结构域

3. 同促效应　　4. 胶合脱氨

5. 操纵子

（三）问答题（共 50 分）

1. 试述“足迹法”的原理及应用。(4分)

2. 细菌利用乳糖的前提是:培养基中有乳糖存在,并且没有葡萄糖,为什么?(4分)

3. 有机溶剂沉淀酶蛋白时要求低温操作,为什么?(4分)

4. 经抗氰呼吸,一分子脂肪(R1,R2,R3均为16碳脂肪酸链),完全降解为CO_2时,能产生多少ATP?(要求有计算过程及说明)。(4分)

5. DNA复制时需要引物,怎么证明?使用引物的意义何在?(4分)

6. 在植物组织培养时要加入泛酸,其作用是什么?(6分)

7. 叙述生物体蛋白质翻译时的肽链延伸过程。(6分)

8. 请你用实例说明“共价催化”和“形变效应”降低酶促反应活化能的机制。(6分)

9. 植物中脂肪生糖过程调控酶是哪些?怎么被调节?(12分)

中国农业科学院研究生院
2005 年硕士研究生入学考试试题
（植物生理生化）

（注意：考生答题时，答案必须写在答题纸上，写在试题上的一律无效）

一、植物生理部分（75 分）

（一）名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 压力势　　2. 单盐毒害

3. 植物激素　4. 光形态建成

5. 压力流动学说

（二）问答题（共 65 分）

1. 简述生长素发现历史中的经典性实验。（5 分）

2. 与植物生殖相关的元素的作用机制有哪些？（12 分）

3. 植物细胞内有哪些膜 ATP 酶，这些酶是如何调节植物生理代谢的？（12 分）

4. 当植物水分亏缺时，植物体是如何改变其代谢方式来应对这种亏缺的？（12 分）

5. 植物生长相关性方面的知识对农业生产的指导意义是什么？（12 分）

6. 详细叙述光对植物光合作用的影响。（12 分）

二、植物生化部分（75 分）

（一）填空（每题 2 分，共 10 分）

1. 具坂口反应的氨基酸是_____；生物合成时需要 4－磷酸赤藓糖作为前体物质的非极性氨基酸是_____。

2. 假尿嘧啶核苷酸中核糖与碱基的连键是_____；mRNA 帽子结构中 5′端第一个核苷酸与第二个核苷酸之间的连键是_____。

3. 组成 tRNA 氨基酸接受臂的核苷酸是_____；在嘌呤核苷酸合成时，其环上的_____来自于 Asp。

4. Ser 蛋白酶类中其催化中心的电荷接力网由_____组成。

5. 蛋白质翻译时 mRNA 中 SD 序列与 rRNA 中的_____序列识别，tRNA 中的序列与 rRNA 中序列识别。

（二）名词解释（每题 2 分，共 10 分）

1. 熔解温度（Tm）　2. 超二级结构

3. 回补反应　　4. 启动子

5. 基团专一性

（三）问答题（共 55 分）

1. 巴斯德效应的可能原因是什么？（3 分）

2. PPP 存在的依据是什么？（3 分）

3. 蛋白质变性和沉淀的相互关系是什么(用具体实例说明)?(4分)

4. 简述溶菌酶的催化机制。(4分)

5. DNA变性因素有哪些?为什么这些因素会导致变性?这些知识又有哪些实际应用价值?(6分)

6. Pro是α螺旋的终结者,对于此说你如何解释?(6分)

7. 叙述原核生物DNA复制的起始过程。(6分)

8. 植物体中在哪几个反应步骤中生成NADPH,NADPH在植物体合成代谢中又有哪些生理作用?(8分)

9. 植物中磷酸化修饰是如何调控植物体代谢平衡的?其磷酸化过程又是怎么实现的?(5分)

本书是李合生主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》（第2版）的配套学习指导书。全书共分12章，各章节安排与主教材一致。各章内容包括学习内容要求、学习内容提要、自测试题、自测试题参考答案和启发性思考题。题型分为名词解释、缩写符号翻译、填空题、选择题、是非判断题、简答题和论述题。书后附有近年来中国农业科学院、中国林业科学研究院及多所农业院校的考研试题。本书可作为高等农林院校、师范院校和综合性大学本科生的自学辅导用书，也可供相关领域的研究生和科技工作者参考。

ISBN 978-7-04-020759-0
9 787040 207590 >
定价 20.60 元

[General Information]
书名=现代植物生理学学习指南
作者=李合生主编
页数=253
SS号=11862004
出版日期=2007.3
出版社=高等教育出版社

封面
书名
版权
前言
目录
绪论
0.1 学习内容要求
0.2 学习内容提要
0.3 自测试题
0.4 自测试题参考答案
0.5 启发性思考题
第1章 植物细胞的超微结构与功能
1.1 学习内容要求
1.2 学习内容提要
1.3 自测试题
1.4 自测试题参考答案
1.5 启发性思考题
第2章 植物的水分代谢
2.1 学习内容要求
2.2 学习内容提要
2.3 自测试题
2.4 自测试题参考答案
2.5 启发性思考题
第3章 植物的矿质营养
3.1 学习内容要求
3.2 学习内容提要
3.3 自测试题
3.4 自测试题参考答案
3.5 启发性思考题
第4章 植物的呼吸作用
4.1 学习内容要求
4.2 学习内容提要
4.3 自测试题
4.4 自测试题参考答案
4.5 启发性思考题
第5章 植物的光合作用
5.1 学习内容要求
5.2 学习内容提要
5.3 自测试题
5.4 自测试题参考答案
5.5 启发性思考题
第6章 植物生长物质
6.1 学习内容要求

6.2 学习内容提要
6.3 自测试题
6.4 自测试题参考答案
6.5 启发性思考题
第7章 植物的生长生理
7.1 学习内容要求
7.2 学习内容提要
7.3 自测试题
7.4 自测试题参考答案
7.5 启发性思考题
第8章 植物的生殖生理
8.1 学习内容要求
8.2 学习内容提要
8.3 自测试题
8.4 自测试题参考答案
8.5 启发性思考题
第9章 植物的成熟和衰老生理
9.1 学习内容要求
9.2 学习内容提要
9.3 自测试题
9.4 自测试题参考答案
9.5 启发性思考题
第10章 植物的逆境生理
10.1 学习内容要求
10.2 学习内容提要
10.3 自测试题
10.4 自测试题参考答案
10.5 启发性思考题
第11章 植物生理学的分子基础和应用
11.1 学习内容要求
11.2 学习内容提要
11.3 自测试题
11.4 自测试题参考答案
11.5 启发性思考题
第12章 植物生理学与农业应用
12.1 学习内容要求
12.2 学习内容提要
12.3 自测试题
12.4 自测试题参考答案
12.5 启发性思考题
例卷
南京农业大学2004年攻读硕士学位研究生入学考试试题（植物生理学）
河北农业大学2003年硕士研究生《植物生理学》试题（植物学专业）

河北农业大学2003年硕士研究生《植物生理学》试题（农学、植保、园艺等专业）
安徽农业大学2003年招收硕士生入学考试试题（植物生理学）
安徽农业大学2004年招收硕士生入学考试试题（植物生理学）
安徽农业大学2005年招收硕士生入学考试试题（植物生理学）
华中农业大学2004年硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
华中农业大学2005年硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
华中农业大学2006年硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
东北农业大学2003年攻读硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
东北农业大学2003年攻读博士研究生入学考试试题（植物生理学）
东北农业大学2004年攻读硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
东北农业大学2005年攻读博士研究生入学考试试题（植物生理学）
东北农业大学2005年攻读硕士研究生入学考试试题（植物生理学）
中国林业科学研究院2004年硕士学位研究生入学考试试题（植物生理学）
中国林业科学研究院2005年硕士学位研究生入学考试试题（植物生理学）
中国农业科学院研究生院2004年硕士研究生入学考试试题（植物生理生化）
中国农业科学院研究生院2005年硕士研究生入学考试试题（植物生理生化）